MANUAL DEL ELECTRICISTA

VIAKON®
CONDUCTORES MONTERREY

MANUAL DEL ELECTRICISTA

VIAKON®

CONDUCTORES MONTERREY

www.viakon.com

MANUAL DEL ELECTRICISTA



Coordinación general del proyecto, investigación y logística:

- Gerencia de Mercadotecnia.
- Gerencia Técnica Comercial.

Le agradecemos nos haga saber sus comentarios acerca de este manual, al siguiente correo: manual.electricista@viakon.com
y con gusto tomaremos en cuenta sus sugerencias y/o comentarios.
Gracias.

Septiembre 2013 www.viakon.com

ÍNDICE

Sección General

viakon®
CONDUCTORES MONTERREY

www.viakon.com

FÓRMULAS ELÉCTRICAS

	Corriente Continua	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	DOS FASES 4* HILOS	3 FASES
AMPERES conociendo HP	$\frac{HP \times 746}{E \times N}$	$\frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{1{,}73 \times E \times N \times f.p.}$
AMPERES Conociendo (KW)	$\frac{kW \times 1000}{E}$	$\frac{kW \times 1000}{E \times f.p.}$	$\frac{kW \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$	$\frac{kW \times 1000}{1{,}73 \times e \times f.p.}$
AMPERES Conociendo (KVA)		$\frac{kVA \times 1000}{E}$	$\frac{k\,VA \times 1000}{2E}$	$\frac{k\,VA \times 1000}{1{,}73 \times E}$
kW	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 1{,}73}{1000}$
kVA		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1{,}73}{1000}$
POTENCIA en la flecha HP	$\frac{I \times E \times N}{746}$	$\frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1{,}73 \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1{,}73 \times N \times f.p.}{746}$
Factor de potencia	Unitario	$\frac{W}{E \times I}$	$\frac{W}{2 \times E \times I}$	$\frac{W}{1{,}73 \times E \times I}$

I = Corriente en amperes
E = Tensión en volts
N = Eficiencia expresada en decimales
HP = Potencia en caballos de fuerza

$$R.P.M. = \frac{f \times 120}{P}$$

f.p. = Factor de potencia
kW = Potencia en kilowatt
kVA = Potencia aparente en kilovoltamperes
W = Potencia en watt
R.P.M. = Revoluciones por minuto
f = Frecuencia (hertz: ciclos/seg)
P = Número de polos

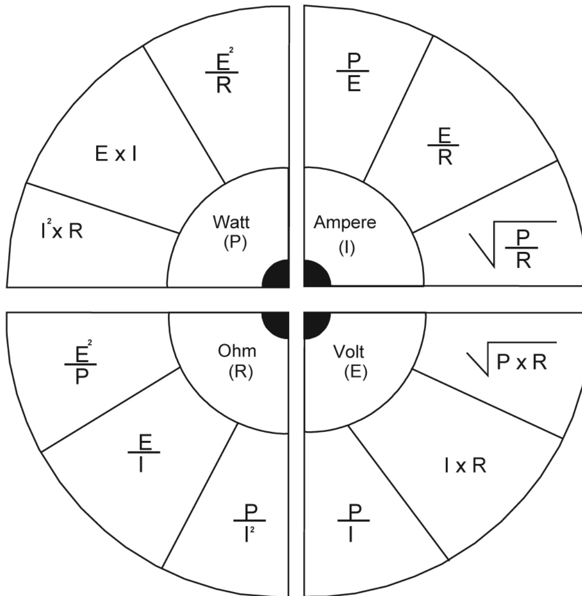
* Para sistemas de 2 fases 3 hilos, la corriente en el conductor es 1,41 veces mayor que la de cualquiera de los otros conductores.

FÓRMULAS ELÉCTRICAS PARA CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA

Reactancia Inductiva	$X_L = 2 \pi f L$ [ohm]
Donde	f = frecuencia del sistema (hertz, ciclos/seg.) L = inductancia en Henry.
Reactancia Capacitiva	$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ [ohm]
Donde	C = Capacidad en Farad.
Impedancia	$z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ [ohm]
Corriente Eléctrica	$I = \frac{V}{Z}$, A
Potencia Trifásica	$P = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi}{1000}$, $[KW]$
Resistencia Eléctrica	$R = \frac{\rho\, l}{A}$, [ohm]
Donde	R = Resistencia eléctrica [ohm] ρ = Resistividad eléctrica del conductor Cobre: 10,371; Aluminio17,002, $\frac{\text{ohm-cmil}}{\text{pie}}$ a 20°C Cobre: 17,241; Aluminio 28,264, $\frac{\text{ohm-mm}}{\text{km}}$ a 20°C *l* = Longitud del conductor [m] A = Área de la sección transversal del conductor [mm²]

FÓRMULAS ELÉCTRICAS PARA CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA	
Ley de Ohm	$V = IR$
Equivalente de resistencia en serie	$R = r_1 + r_2 + \dots + r_n$
Equivalente de conductancias en paralelo	$G = g_1 + g_2 + \dots + g_n$
Equivalente resistencia en paralelo	$\frac{I}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_n}$
Potencia en Watts	$W = V X I$ $W = R X I^2$ $W = HP X 746$

LEY DE OHM (R)



Las fórmulas que se encuentran en la parte exterior de cada cuadrante, son iguales al contenido del cuadrante correspondiente.

VIAKON
CONDUCTORES MONTERREY

SÍMBOLOS ELÉCTRICOS MÁS COMÚNMENTE USADOS EN DIAGRAMAS, PLANOS DE PROYECTO Y ESPECIFICACIONES

1.	A	AMPERÍMETRO: Aparato de medición usado para medir intensidades de corriente en Amperes. Se conecta en serie.
2.		APAGADOR SENCILLO: Interruptor pequeño de acción rápida y operación manual usado para controlar aparatos pequeños domésticos y comerciales, así como unidades de alumbrado pequeñas[1]
3.		APAGADOR DE TRES VÍAS O DE ESCALERA: Interruptor pequeño de acción rápida y operación manual, usado para controlar lámparas desde dos puntos distintos, como en los extremos de pasillos o escaleras.
4.		APAGADOR DE CUATRO VÍAS, DE ESCALERA O DE PASO: Interruptor pequeño de acción rápida y operación manual, se usa para controlar lámparas desde tres puntos distintos.
5.	S	ARRANCADOR PARA LAMPARA FLUORESCENTE: Dispositivo usado para provocar un corto circuito momentáneo que hace posible la explosión del gas usado en estas lámparas.
6.		AUTO-TRANSFORMADOR: Transformador de un sólo devanado en el cual el voltaje primario se aplica a todo el devanado y el voltaje secundario se obtiene de una derivación conveniente.
7.		BALASTRO: Resistencia conectada en un circuito para asimilar cambios en la resistencia de otras partes del circuito; o para neutralizar la aparente resistencia negativa de un arco y así estabilizar el circuito de arco.
8.		BOBINA CON NÚCLEO DE AIRE: Alambre conductor que enrollado en un núcleo de aire, sirve para proveer inductancia.
9.		BOBINA CON NÚCLEO DE FIERRO: Alambre conductor que enrollado en un núcleo de material Ferromagnético, sirve para proveer inductancia.
10.		BOTÓN DE ARRANQUE: Dispositivo de control que conecta un circuito eléctrico durante el tiempo que se le mantiene oprimido; usado en arrancadores para motores.
11.		BOTÓN DE PARO: Dispositivo de control que desconecta un circuito eléctrico durante el tiempo que se le mantiene oprimido; usado en arrancadores para motores.
12.		BOTÓN DE TIMBRE: Interruptor pequeño de acción rápida y operación manual, usado para controlar timbres o zumbadores.
13.		CAJA DE CONEXIONES: Caja en la que se hacen conexiones y derivaciones de una instalación eléctrica.
14.		TIMBRE DE CAMPANA: Dispositivo en el cual la corriente hace vibrar una armadura de manera que el martinete del timbre golpea repetidamente la campana.
15.		CENTRO DE CARGA: Caja para uno o varios interruptores termomagnéticos. Es el lugar donde la línea de fuerza se distribuye en varios circuitos.

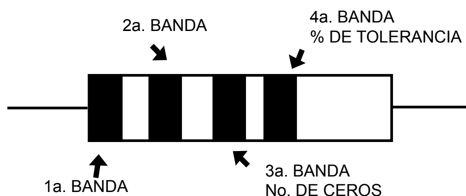
16.		CAPACITOR: Dispositivo capaz de acumular una carga eléctrica al aplicarle un voltaje entre terminales. Esta formado por dos placas de conductores o el área que queda expuesta entre capas.
17.		CAPACITOR VARIABLE: Condensador al que se le puede variar su capacidad al variar la distancia que separa sus dos placas conductoras o el área que queda expuesta entre capas.
18.		CONDUCTORES CONECTADOS: Existencia de conexión eléctrica.
19.		CONDUCTORES NO CONECTADOS: Inexistencia de conexión eléctrica.
20.		CONEXIÓN A TIERRA: Punto conectado deliberadamente a tierra, como medida de seguridad, en una instalación eléctrica.
21.		CONEXIÓN DELTA: Método de conexión usado para los 3 devanados de una máquina eléctrica de 3 fases. Las corrientes de línea son raíz de tres veces mayores a las corrientes de fase.
22.		CONEXIÓN ESTRELLA: Método de conexión usado para los 3 devanados de una máquina de 3 fases. Los voltajes de línea son raíz de tres veces mayores a los voltajes de fase.
23.		CONTACTO : Dispositivo de conexión eléctrica instalado en una salida para la inserción de una clavija.
24.		CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO: Dispositivo que mantiene determinado circuito desconectado en condiciones normales; muy usado en arrancadores para motores, relevadores y equipos de control.
25.		CONTACTO NORMALMENTE CERRADO: Dispositivo que mantiene determinado circuito conectado en condiciones normales; muy usado en arrancadores para motores, relevadores y equipos de control.
26.		CORRIENTE ALTERNA: Toda corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.
27.		CORRIENTE DIRECTA: Toda corriente eléctrica que fluye en un sólo sentido y que no tiene pulsaciones apreciables en su magnitud.
28.		INTERRUPTOR AUTOMÁTICO: Dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito por medios no automáticos y para abrir el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica correctamente dentro de su rango.
29.		FUSIBLE: Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta por el paso de una sobrecorriente que circule a través de ella e interrumpe el paso de la corriente.
30.	G	GENERADOR ELÉCTRICO: Máquina usada para transformar energía mecánica en energía eléctrica.
31.	K	KILO: Prefijo que denota MIL y que es muy usado como múltiplo de: Ciclos, Ohm, Volt, Watt, etc.

32.		LÁMPARA FLUORESCENTE: es una luminaria que cuenta con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y es utilizada normalmente para iluminación doméstica e industrial. Su gran ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética.
33.		SALIDA DE CENTRO INCANDESCENTE: Lámpara de tipo incandescente ubicada en el techo. Produce luz cálida que generalmente se usa en espacios de convivencia.
34.		LÁMPARA PILOTO: Lámpara usada como indicadora en tableros y sistemas de alarma.
35.		LÍNEA AÉREA EN POSTES DE CONCRETO.
36.		LÍNEA AÉREA EN POSTES DE FIERRO.
37.		LÍNEA AÉREA EN POSTES DE MADERA.
38.	M	MEGA: Prefijo que denota un millón y que es empleado como múltiplo de: Ω, VA, etc.
39.	m	MILI: Prefijo que denota una milésima parte y que es empleado como submúltiplo de: amperes (A), henry (H), volt (V), watt (W), etc.
40.	μA	MICROAMPERÍMETRO: Instrumento eléctrico utilizado para medir ampacidades muy pequeñas por lo cual su escala está graduada en microAamperes; se conecta en serie.
41.	mA	MILIAMPERÍMETRO: Instrumento eléctrico utilizado para medir ampacidades pequeñas por lo cual su escala está graduada en miliamperes; se conecta en serie.
42.	mV	MILIVOLTÍMETRO: Instrumento eléctrico utilizado para medir intensidades de potencial pequeñas; se conecta en paralelo.
43.	μ	MICRO: Prefijo que denota una millonésima parte y que es empleado como submúltiplo de: amperes, faradios, segundos, etc.
44.		MOTOR ELÉCTRICO MONOFÁSICO: Máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica, empleados normalmente en donde se requiere de gran velocidad con cargas débiles.
45.		MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO: Máquina eléctrica usada para transformar energía eléctrica en energía mecánica; tiene tres devanados mutuamente desfasados 120 grados eléctricos.
46.		Ohm: La unidad práctica de resistencia en un circuito eléctrico.
49.	+	BATERÍA: Celda voltaica primaria en la cual la energía química de sus componentes , que están en forma de pasta, es transformada en energía eléctrica cuando se conecta un circuito eléctrico entre sus terminales permitiendo el flujo de corriente.
50.		POSTE DE MADERA CON TIRANTE O RETENIDA: Dispositivo usado para contrarrestar la tensión mecánica a la que se sujeta un poste cuando una línea de transmisión cambia de dirección.

51.		POSTE DE FIERRO CON SOPORTE O TORNAPUNTA: Dispositivo eléctrico usado para contrarrestar la tensión mecánica a la que se sujeta un poste cuando una línea de transmisión cambia de dirección.
52.		RECTIFICADOR: Dispositivo eléctrico usado para convertir una corriente eléctrica alterna en directa, suprimiendo o invirtiendo los medios ciclos alternados.
53.		RELEVADOR: Dispositivo electromagnético que cuando opera, debido a la acción de la corriente de un circuito, causa cierre, apertura o cierre y apertura de contactos que controlan la corriente de otro circuito.
54.		RESISTENCIA: Dispositivo formado por una substancia que tiene la propiedad de resistir el flujo de una corriente eléctrica a través de él.
55.		RESISTENCIA VARIABLE: Resistencia que está acondicionada para variar su valor en Ohm entre terminales.
56.		INTERRUPTOR (DE NAVAJAS) 1 POLO: Consta de dos piezas de metal que se conectan a los conductores de un circuito. Interrumpe una línea. Se usa para circuitos de una línea viva (monofásicos).
57.		INTERRUPTOR (DE NAVAJAS) O CUCHILLA DE 2 POLOS: Consta de dos piezas de metal que se conectan a los conductores de un circuito. Interrumpe dos líneas. Se usa para circuitos de dos líneas vivas (bifásicos).
58.		INTERRUPTOR (DE NAVAJAS) O CUCHILLA DE 3 POLOS: Consta de dos piezas de metal que se conectan a los conductores de un circuito. Interrumpe tres líneas. Se usa para circuitos de tres líneas vivas (trifásicos).
59.		INTERRUPTOR PRINCIPAL: Caja de fierro que en su interior tiene dos navajas o cuchillas y las bases o recipientes para los fusibles. Las cuchillas se conectan o desconectan con una palanca lateral.
60.	M	MEDIDOR DE SUMINISTRADORA DE ENERGÍA: Dispositivo que se instala en toda casa habitación para medir su consumo de energía eléctrica y así CFE haga el cobro de la misma.
61.		TABLERO DE ALUMBRADO Y CONTROL: Panel accesible únicamente desde el frente, que incluye barras conductoras de conexión común y dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección.
62.		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: Panel grande sencillo donde se montan: desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos.
63.		TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia; es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, mediante inducción electromagnética.

64.	EMT	TUBO CONDUIT METÁLICO LIGERO: Tubo sin rosca, de pared delgada y sección transversal circular diseñado para la protección física y el enrutamiento de conductores y cables, y para su uso como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instalan accesorios adecuados.
65.	IMC	TUBO CONDUIT METÁLICO SEMIPESADO: Canalización de acero roscable, de sección transversal circular diseñada para la protección física y el direccionamiento de los conductores y cables
66.	→	ACOMETIDA: Conductores eléctricos que conectan la red de distribución del suministrador, al punto de recepción del suministro en la instalación del inmueble a servir.
67.	(V)	VOLTÍMETRO: Instrumento eléctrico usado para medir diferencias de potencial, su escala está graduada en Volts, se conecta en paralelo.
68.	(W)	WATTHORÍMETRO: Es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica, en watts, de un circuito o un servicio eléctrico, siendo esta la aplicación usual.
69.		ZUMBADOR: Dispositivo en el cual la corriente hace vibrar dos electroimanes para producir sonidos.

CODIGO DE COLORES DE RESISTENCIAS



COLOR	1a. BANDA VALOR	2a. BANDA VALOR	3a. BANDA No. DE CEROS	4a. BANDA COLOR TOLERANCIA
Negro	0	0	Ninguno	
Café	1	1	0	
Rojo	2	2	00	Oro ± 5%
Naranja	3	3	000	Plata ± 10%
Amarillo	4	4	0 000	Sin Color ± 20%
Verde	5	5	00 000	
Azul	6	6	000 000	
Violeta	7	7	0 000 000	
Gris	8	8	00 000 000	
Blanco	9	9	000 000 000	

Conductores Eléctricos Desnudos

VIAKON®
CONDUCTORES MONTERREY

VIAKON®
CONDUCTORES MONTERREY

ALAMBRE VIAKON® DE COBRE DESNUDO

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal		Diámetro Nominal		Peso aprox.
AWG	mm²	kcmil	mm	pulgadas	kg / km
30	0,051	0,100	0,254	0,010	0,450
29	0,065	0,180	0,287	0,011	0,575
28	0,081	0,159	0,320	0,013	0,715
27	0,102	0,202	0,361	0,014	0,908
26	0,128	0,253	0,404	0,016	1,14
25	0,163	0,320	0,455	0,018	1,44
24	0,205	0,404	0,511	0,020	1,82
23	0,259	0,511	0,574	0,023	2,30
22	0,324	0,640	0,643	0,025	2,88
21	0,412	0,812	0,724	0,029	3,66
20	0,519	1,020	0,813	0,032	4,61
19	0,653	1,290	0,912	0,036	5,81
18	0,823	1,620	1,024	0,040	7,32
17	1,040	2,050	1,151	0,045	9,24
16	1,307	2,580	1,290	0,051	11,62
15	1,651	3,260	1,450	0,057	14,69
14	2,082	4,110	1,628	0,064	18,51
13	2,627	5,180	1,829	0,072	23,35
12	3,307	6,530	2,052	0,081	29,41
11	4,169	8,230	2,304	0,091	37,06
10	5,260	10,380	2,588	0,102	46,77
9	6,633	13,090	2,906	0,114	58,95
8	8,367	16,510	3,264	0,129	74,38
7	10,55	20,820	3,665	0,144	93,80
6	13,30	26,240	4,115	0,162	118,2
5	16,76	33,090	4,620	0,182	149,0
4	21,15	41,740	5,189	0,204	188,0
3	26,67	52,620	5,827	0,229	237,1
2	33,62	66,360	6,543	0,258	298,9
1	42,41	83,690	7,348	0,289	377,0
1/0	53,48	105,600	8,252	0,325	475,5
2/0	67,43	133,100	9,266	0,365	599,5
3/0	85,01	167,800	10,40	0,410	755,8
4/0	107,2	211,600	11,68	0,460	953,2

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

ALAMBRE VIAKON® DE COBRE DESNUDO (CONTINUACIÓN)

Tamaño o Desig-nación	TEMPLE DURO		TEMPLE SEMIDURO		TEMPLE SUAVE	
	Esfuerzo por tensión a la ruptura nominal	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Esfuerzo por tensión a la ruptura mínimo	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Esfuerzo por tensión a la ruptura mínimo	Resistencia eléctrica CD a 20°C
AWG	MPa	ohm / km	MPa	ohm / km	MPa	ohm / km
30						340
29						266
28						214
27						169
26						135
25						106
24						84,2
23						66,6
22					210	53,2
21					210	41,9
20					210	33,2
19					210	26,4
18	460	21,8	365	21,7	260	21,0
17	460	17,3	365	17,2	265	16,6
16	460	13,7	360	13,6	265	13,2
15	455	10,9	360	10,8	265	10,4
14	455	8,63	355	8,60	265	8,28
13	455	6,82	355	6,79	265	6,56
12	455	5,41	350	5,38	265	5,21
11	450	4,30	350	4,27	265	4,14
10	445	3,41	345	3,39	265	3,28
9	445	2,70	345	2,69	260	2,60
8	440	2,14	340	2,13	260	2,06
7	435	1,70	340	1,69	255	1,63
6	430	1,35	340	1,34	255	1,30
5	425	1,07	335	1,06	255	1,03
4	415	0,848	335	0,843	255	0,815
3	405	0,673	330	0,669	255	0,647
2	395	0,533	325	0,531	255	0,513
1	385	0,423	315	0,421	255	0,407
1/0	375	0,335	310	0,333	250	0,322
2/0	365	0,263	305	0,262	250	0,256
3/0	350	0,209	295	0,208	250	0,203
4/0	340	0,166	290	0,165	250	0,161

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura.

VIAKON
CONDUCTORES MONTERREY

ALAMBRE VIAKON® DE COBRE DESNUDO (CONTINUACIÓN)

Tamaño o Desig-nación	TEMPLE DURO		TEMPLE SEMIDURO		TEMPLE SUAVE	
	Esfuerzo por tensión a la ruptura nominal	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Esfuerzo por tensión a la ruptura mínimo	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Esfuerzo por tensión a la ruptura mínimo	Resistencia eléctrica CD a 20°C
AWG	MPa	ohm / km	MPa	ohm / km	MPa	ohm / km
30						340
29						266
28						214
27						169
26						135
25						106
24						84,2
23						66,6
22					210	53,2
21					210	41,9
20					210	33,2
19					210	26,4
18	460	21,8	365	21,7	260	21,0
17	460	17,3	365	17,2	265	16,6
16	460	13,7	360	13,6	265	13,2
15	455	10,9	360	10,8	265	10,4
14	455	8,63	355	8,60	265	8,28
13	455	6,82	355	6,79	265	6,56
12	455	5,41	350	5,38	265	5,21
11	450	4,30	350	4,27	265	4,14
10	445	3,41	345	3,39	265	3,28
9	445	2,70	345	2,69	260	2,60
8	440	2,14	340	2,13	260	2,06
7	435	1,70	340	1,69	255	1,63
6	430	1,35	340	1,34	255	1,30
5	425	1,07	335	1,06	255	1,03
4	415	0,848	335	0,843	255	0,815
3	405	0,673	330	0,669	255	0,647
2	395	0,533	325	0,531	255	0,513
1	385	0,423	315	0,421	255	0,407
1/0	375	0,335	310	0,333	250	0,322
2/0	365	0,263	305	0,262	250	0,256
3/0	350	0,209	295	0,208	250	0,203
4/0	340	0,166	290	0,165	250	0,161

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura.

CABLE VIAKON® DE COBRE DESNUDO

Tamaño o Desig-nación	Área nominal de la sección transversal	Peso aprox.	Temple Duro Clase AA			
			Número de Hilos	Esfuerzo a la ruptura	Resistencia Eléctrica C.D. a 20°C	Diámetro total nominal
AWG o kcmil	mm²	kg / km		MPa	ohm/km	mm
20	0,519	4,71				
18	0,823	7,47				
16	1,307	11,85				
14	2,082	18,88				
12	3,307	29,99				
10	5,260	47,70				
8	8,367	75,87				
7	10,55	95,70				
6	13,30	120,6				
5	16,76	152,1				
4	21,15	191,8	3	395	0,865	6,46
3	26,67	241,8	3	395	0,686	7,25
2	33,62	304,9	3	385	0,544	8,14
1	42,41	384,6	3	380	0,431	9,14
1/0	53,48	484,9	7	395	0,342	9,36
2/0	67,43	611,4	7	390	0,271	10,51
3/0	85,01	770,9	7	385	0,215	11,80
4/0	107,2	972,1	7	380	0,171	13,25
250	126,7	1 149	12	390	0,144	15,24
300	152,0	1 378	12	385	0,120	16,69
350	177,3	1 608	12	380	0,103	18,02
400	202,7	1 838	19	390	0,090 3	18,43
450	228,0	2 068	19	385	0,080 2	19,55
500	253,4	2 298	19	385	0,072 2	20,61
550	278,7	2 527	37	395	0,065 6	21,68
600	304,0	2 757	37	395	0,060 2	22,64
650	329,4	2 987	37	395	0,055 5	23,57
700	354,7	3 216	37	390	0,051 6	24,46
750	380,0	3 446	37	390	0,048 1	25,31
800	405,4	3 676	37	385	0,045 1	26,15
900	456,0	4 135	37	385	0,040 1	27,73
1 000	506,7	4 595	37	385	0,036 1	29,23

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® DE COBRE DESNUDO (CONTINUACIÓN)

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Temple Semiduro Clase A			
		Número de Hilos	Esfuerzo a la ruptura	Resistencia Eléctrica C.D. a 20°C	Diámetro total nominal
AWG o kcmil	mm²		MPa	ohm/km	mm
20	0,519				
18	0,823				
16	1,307				
14	2,082				
12	3,307				
10	5,260				
8	8,367				
7	10,55				
6	13,30				
5	16,76				
4	21,15	7	315	0,861	5,88
3	26,67	7	315	0,682	6,61
2	33,62	7	315	0,541	7,42
1	42,41	7	310	0,429	8,33
1/0	53,48	7	310	0,340	9,36
2/0	67,43	7	305	0,270	10,51
3/0	85,01	7	305	0,214	11,80
4/0	107,2	7	300	0,170	13,25
250	126,7	19	310	0,144	14,57
300	152,0	19	310	0,120	15,96
350	177,3	19	305	0,103	17,24
400	202,7	19	305	0,0898	18,43
450	228,0	37	310	0,0798	19,61
500	253,4	37	310	0,0718	20,67
550	278,7	37	310	0,0653	21,68
600	304,0	37	310	0,0599	22,64
650	329,4	61	310	0,0553	23,60
700	354,7	61	310	0,0513	24,49
750	380,0	61	310	0,0479	25,35
800	405,4	61	310	0,0449	26,18
900	456,0	61	310	0,0399	27,77
1 000	506,7	61	310	0,0359	29,27

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® DE COBRE DESNUDO (CONTINUACIÓN)

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Temple Semiduro Clase B			
		Número de Hilos	Esfuerzo a la ruptura	Resistencia Eléctrica C.D. a 20°C	Diámetro total nominal
AWG o kcmil	mm²		MPa	ohm/km	mm
20	0,519	7	285	33,9	0,92
18	0,823	7	275	21,4	1,16
16	1,307	7	275	13,5	1,46
14	2,082	7	265	8,45	1,85
12	3,307	7	265	5,32	2,33
10	5,260	7	265	3,34	2,93
8	8,367	7	265	2,10	3,70
7	10,55	7	265	1,67	4,16
6	13,30	7	265	1,32	4,67
5	16,76	7	265	1,05	5,24
4	21,15	7	265	0,832	5,88
3	26,67	7	265	0,660	6,61
2	33,62	7	265	0,523	7,42
1	42,41	19	265	0,415	8,43
1/0	53,48	19	265	0,329	9,47
2/0	67,43	19	265	0,261	10,63
3/0	85,01	19	265	0,207	11,94
4/0	107,2	19	255	0,164	13,40
250	126,7	37	265	0,139	14,62
300	152,0	37	265	0,116	16,01
350	177,3	37	265	0,099 2	17,29
400	202,7	37	255	0,086 8	18,49
450	228,0	37	255	0,077 2	19,61
500	253,4	37	255	0,069 4	20,67
550	278,7	61	265	0,063 1	21,71
600	304,0	61	265	0,057 9	22,67
650	329,4	61	255	0,053 4	23,60
700	354,7	61	255	0,049 6	24,49
750	380,0	61	255	0,046 3	25,34
800	405,4	61	255	0,043 4	26,18
900	456,0	61	255	0,038 6	27,77
1 000	506,7	61	255	0,034 7	29,27

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

ALAMBRE VIAKON® DE ALUMINIO DESNUDO (AAC) TEMPLE DURO

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Diámetro nominal	Peso aproximado	Carga prom. mínima de ruptura por tensión	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Designación equivalente en Cobre
AWG	mm^2	mm	kg / km	kN	ohm / km	AWG
10	5,260	2,59	14,2	1	5,35	12
9	6,633	2,91	17,9	1	4,25	11
8	8,367	3,26	22,6	1	3,37	10
7	10,55	3,67	28,5	2	2,67	9
6	13,30	4,11	36,0	2	2,12	8
5	16,76	4,62	45,3	2	1,68	7
4	21,15	5,19	57,2	3	1,33	6
3	26,67	5,83	72,1	4	1,06	5
2	33,62	6,54	90,9	5	0,84	4

CABLE VIAKON® DE ALUMINIO DESNUDO (AAC) TEMPLE DURO

Código	Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de Hilos	Diámetro nominal	Peso aproximado
	AWG o kcmil	mm²		mm	kg/km
ROSE	4	0,519	7	5,88	58,31
IRIS	2	0,823	7	7,42	92,69
PANSY	1	1,307	7	8,33	116,9
**POPPY	1/0	2,082	7	9,36	147,4
ASTER	2/0	3,307	7	10,51	185,9
**PHLOX	3/0	5,260	7	11,80	234,4
OXLIP	4/0	8,367	7	13,25	295,6
DAISY	266,8	10,55	7	14,88	372,5
**LAUREL	266,8	13,30	19	15,05	372,8
** TULIP	336,4	16,76	19	16,90	470,1
CANNA	397,5	21,15	19	18,37	555,3
**COSMOS	477,0	26,67	19	20,13	666,4
ZINNIA	500,0	33,62	19	20,61	698,6
DAHLIA	556,5	42,41	19	21,74	777,5
ORCHID	636,0	53,48	37	23,31	888,6
**VIOLET	715,5	67,43	37	24,72	999,7
PETUNIA	750,0	85,01	37	25,31	1 048
ARBUTUS	795,0	107,2	37	26,06	1 111
MAGNOLIA	954,0	126,7	37	28,55	1 333
BLUEBELL	1 033,5	152,0	37	29,72	1 444
**MARIGOLD	1 113,0	177,3	61	30,88	1 555
HAWTHORN	1 192,5	202,7	61	31,97	1 666
NARCISSUS	1 272,0	228,0	61	33,01	1 777
COLUMBINE	1 351,5	253,4	61	34,03	1 888
CARNATION	1 431,0	278,7	61	35,01	1 999
GLADIOLUS	1 510,5	304,0	61	35,97	2 110
COREOPSIS	1 590,0	329,4	61	36,91	2 221

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

Los productos marcados con (**) cumplen con la Norma NRF-050-CFE "Cable de Aluminio desnudo (AAC)"

Viakon® CONDUCTORES MONTERREY

CABLE VIAKON® DE ALUMINIO DESNUDO (AAC) TEMPLE DURO (CONTINUACIÓN)

Código	Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Carga nominal de ruptura por tensión	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Designación equivalente en Cobre
	AWG o kcmil	mm²	kN	ohm / km	AWG / kcmil
ROSE	4	0,519	3,92	1,36	6
IRIS	2	0,823	6,00	0,855	4
PANSY	1	1,307	7,30	0,678	3
**POPPY	1/0	2,082	8,86	0,537	2
ASTER	2/0	3,307	11,70	0,426	1
**PHLOX	3/0	5,260	13,52	0,338	1/0
OXLIP	4/0	8,367	17,03	0,268	2/0
DAISY	266,8	10,55	21,49	0,213	3/0
**LAUREL	266,8	13,30	22,15	0,213	3/0
** TULIP	336,4	16,76	27,36	0,169	4/0
CANNA	397,5	21,15	31,63	0,143	250
**COSMOS	477,0	26,67	37,19	0,119	300
ZINNIA	500,0	33,62	38,97	0,113	314,5
DAHLIA	556,5	42,41	43,38	0,102	350
ORCHID	636,0	53,48	50,71	0,089 2	400
**VIOLET	715,5	67,43	56,94	0,079 2	450
PETUNIA	750,0	85,01	58,27	0,075 6	472
ARBUTUS	795,0	107,2	61,83	0,071 3	500
MAGNOLIA	954,0	126,7	72,95	0,059 4	600
BLUEBELL	1 033,5	152,0	78,74	0,054 9	650
**MARIGOLD	1 113,0	177,3	87,63	0,050 9	700
HAWTHORN	1 192,5	202,7	93,86	0,047 6	750
NARCISSUS	1 272,0	228,0	97,86	0,044 6	800
COLUMBINE	1 351,5	253,4	104,09	0,042 0	850
CARNATION	1 431,0	278,7	108,09	0,039 6	900
GLADIOLUS	1 510,5	304,0	113,88	0,037 5	950
COREOPSIS	1 590,0	329,4	120,10	0,035 7	1 000

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

Los productos marcados con (**) cumplen con la Norma NRF-050-CFE "Cable de Aluminio desnudo (AAC)"

VIAKON
CONDUCTORES MONTERREY

CABLE VIAKON® DE ALUMINIO DESNUDO CON ALMA DE ACERO (ACSR)

Código	Tamaño o Desig-nación	Hilos de aluminio	Diámetro nominal	Hilos de acero	Diámetro nominal	Área nominal de la sección transversal	Diámetro total nominal	Peso aproximado	Carga nominal de ruptura por tensión	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Designación equivalente en Cobre
	AWG	Número	mm	Número	mm	mm^2	mm	kg/km	kg	ohm/km	AWG/kcmil
TURKEY	6	6	1,68	1	1,68	13,30	5,04	53,70	540	2,15	8
THRUSH	5	6	1,89	1	1,89	16,76	5,67	68,00	677	1,71	7
SWAN	4	6	2,12	1	2,12	21,15	6,36	85,50	846	1,35	6
SWALLOW	3	6	2,38	1	2,38	26,67	7,14	107,8	1 044	1,08	5
SPARROW	2	6	2,67	1	2,67	33,62	8,01	135,7	1 292	0,853	4
ROBIN	1	6	3,00	1	3,00	42,41	9,00	171,3	1 618	0,674	3
** RAVEN	1/0	6	3,37	1	3,37	53,48	10,11	216,2	1 986	0,535	2
QUAIL	2/0	6	3,78	1	3,78	67,43	11,34	272,0	2 398	0,424	1
** PIGEON	3/0	6	4,25	1	4,25	85,01	12,75	344,3	2 996	0,336	1/0
PENGUIN	4/0	6	4,77	1	4,77	107,2	14,31	433,1	3 776	0,267	2/0
OWL	266,8	6	5,36	7	1,79	135,2	16,07	511,1	4 330	0,208	3/0
WAXWING	266,8	18	3,09	1	3,09	135,2	15,46	430,4	3 123	0,213	3/0
** PARTRIDGE	266,8	26	2,57	7	2,00	135,2	16,30	545,4	5 121	0,214	3/0
OSTRICH	300,0	26	2,73	7	2,12	152,0	17,27	614,2	5 755	0,190	188,7
PIPER	300,0	30	2,54	7	2,54	152,0	17,78	699,3	6 999	0,187	188,7

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

Los productos marcados con (**) cumplen con la Norma NRF-017-CFE "Cable de Aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR)"

CABLE VIAKON® DE ALUMINIO DESNUDO CON ALMA DE ACERO (ACSR) (CONTINUACIÓN)

Código	Tamaño o Desig-nación	Hilos de aluminio	Diámetro nominal	Hilos de acero	Diámetro nominal	Área nominal de la sección transversal	Diámetro total nominal	Peso aproximado	Carga nominal de ruptura por tensión	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Designación equivalente en Cobre
	AWG	Número	mm	Número	mm	mm^2	mm	kg/km	kg	ohm/km	AWG/kcmil
MERLIN	336,4	18	3,47	1	3,47	170,5	17,35	542,8	3 939	0,169	4/0
** LINNET	336,4	26	2,89	7	3,25	170,5	18,29	689,9	6 423	0,170	4/0
ORIOLE	336,4	30	2,69	7	2,69	170,5	18,83	784,5	7 887	0,170	4/0
IBIS	397,5	26	3,14	7	2,44	201,4	19,89	813,4	6 648	0,143	250,0
LARK	397,5	30	2,92	7	2,92	201,4	20,44	924,4	9 245	0,144	250,0
PELICAN	477,0	18	4,14	1	4,14	241,7	20,70	772,7	5 318	0,119	300,0
FLICKER	477,0	24	3,58	7	2,39	241,7	21,49	914,6	7 801	0,119	300,0
** HAWK	477,0	26	3,44	7	2,67	241,7	21,77	975,8	8 825	0,119	300,0
HEN	477,0	30	3,20	7	3,20	241,7	22,40	1 110	10 743	0,120	300,0
HERON	500,0	30	3,28	7	3,28	253,4	22,95	1 166	11 090	0,112	314,5
OSPREY	556,5	18	4,47	1	4,47	282,0	22,35	900,8	6 265	0,102	350,0
PARAKEET	556,5	24	3,87	7	2,58	282,0	23,22	1 068	9 025	0,102	350,0
DOVE	556,5	26	3,72	7	2,89	282,0	23,55	1 142	10 322	0,102	350,0
EAGLE	556,5	30	3,46	7	3,46	282,0	24,22	1 228	12 550	0,103	350,0
PEACOCK	605,0	24	4,03	7	2,69	306,6	24,19	1 159	9 812	0,094 1	380,5
DUCK	605,0	54	2,69	7	2,69	306,6	24,19	1 158	10 206	0,092 5	380,5

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

Los productos marcados con (**) cumplen con la Norma NRF-017-CFE "Cable de Aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR)"

CABLE VIAKON® DE ALUMINIO DESNUDO CON ALMA DE ACERO (ACSR) (CONTINUACIÓN)

Código	Tamaño o Designación	Hilos de aluminio	Diámetro nominal	Hilos de acero	Diámetro nominal	Área nominal de la sección transversal	Diámetro total nominal	Peso aproximado	Carga nominal de ruptura por tensión	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Designación equivalente en Cobre
	AWG	Número	mm	Número	mm	mm^2	mm	kg/km	kg	ohm/km	AWG/kcmil
ROOK	636,0	24	4,14	7	2,76	322,3	24,84	1 222	10 322	0,089 5	400,0
GROSBEAK	636,0	26	3,97	7	3,97	322,3	27,81	1 574	11 444	0,089 8	400,0
EGRET	636,0	30	3,70	7	3,70	322,3	25,90	1 484	14 341	0,089 8	400,0
GOOSE	636,0	54	2,76	7	2,76	322,3	24,80	1 218	10 727	0,088 3	400,0
FLAMINGO	666,6	24	4,23	7	2,82	337,8	25,38	1 276	10 797	0,085 4	419,0
GULL	666,6	54	3,20	7	1,78	337,8	24,54	1 334	11 136	0,085 4	419,0
STARLING	715,5	26	4,21	7	3,28	362,5	26,68	1 465	12 886	0,079 8	450,0
REDWING	715,5	30	3,92	19	2,35	362,5	27,72	1 522	15 696	0,071 6	450,0
CROW	715,5	54	2,92	7	2,92	362,5	26,31	1 370	11 952	0,071 6	450,0
** DRAKE	795,0	26	4,44	7	3,45	402,8	28,11	1 626	14 283	0,071 6	500,0
MALLARD	795,0	30	4,14	19	2,48	402,8	28,95	1 838	17 463	0,071 8	500,0
TERN	795,0	45	3,38	7	2,25	402,8	27,03	1 336	9 968	0,071 6	500,0
CONDOR	795,0	54	3,08	7	3,08	402,8	27,72	1 522	12 906	0,071 6	500,0
CRANE	874,5	54	3,23	7	3,23	443,1	29,10	1 676	14 243	0,064 3	550,0
** CANARY	900,0	54	3,28	7	3,28	456,0	29,52	1 726	14 416	0,063 3	566,0
RAIL	954,0	45	3,70	7	2,47	483,4	29,61	1 603	11 884	0,059 7	600,0
CARDINAL	954,0	54	3,38	7	3,38	483,4	30,48	1 833	15 295	0,059 7	600,0

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

Los productos marcados con (**) cumplen con la Norma NRF-017-CFE "Cable de Aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR)"

CABLE VIAKON® DE ALUMINIO DESNUDO CON ALMA DE ACERO (ACSR) (CONTINUACIÓN)

Código	Tamaño o Desig-nación	Hilos de aluminio	Diámetro nominal	Hilos de acero	Diámetro nominal	Área nominal de la sección transversal	Diámetro total nominal	Peso aproximado	Carga nominal de ruptura por tensión	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Designación equivalente en Cobre
	AWG	Número	mm	Número	mm	mm^2	mm	kg/km	kg	ohm/km	AWG/kcmil
ORTOLAN	1 033,5	45	3,85	7	2,57	523,7	30,81	1 735	12 632	0,055 1	650,0
CURLEW	1 033,5	54	3,51	7	3,51	523,7	31,59	1 976	16 142	0,055 1	650,0
** BLUEJAY	1 113,0	45	4,00	7	2,66	564,0	31,98	1 877	13 580	0,051 1	700,0
FINCH	1 113,0	54	3,65	19	2,19	564,0	32,85	2 133	17 834	0,051 4	700,0
BUNTING	1 192,5	45	4,14	7	2,76	604,2	33,12	2 005	14 575	0,047 7	750,0
GRACKLE	1 192,5	54	3,77	19	2,27	604,2	33,97	2 280	18 919	0,048 0	750,0
BITTERN	1 272,0	45	4,27	7	2,85	644,5	34,17	2 134	15 543	0,044 8	800,0
PHEASANT	1 272,0	54	3,90	19	2,34	644,5	35,10	2 435	19 849	0,045 0	800,0
DIPPER	1 351,5	45	4,40	7	2,93	684,8	35,19	2 264	16 484	0,042 1	850,0
MARTIN	1 351,5	54	4,02	19	2,41	684,8	36,17	2 587	21 071	0,042 3	850,0
BOBOLINK	1 431,0	45	4,53	7	3,02	725,1	36,24	2 401	17 282	0,039 8	900,0
PLOVER	1 431,0	54	4,14	19	2,48	725,1	37,24	2 742	22 312	0,040 0	900,0
NUTHATCH	1 510,5	45	4,65	7	3,10	765,4	37,20	2 530	18 231	0,037 7	950,0
PARROT	1 510,5	54	4,25	19	2,55	765,4	38,25	2 892	23 571	0,037 9	950,0
LAPWING	1 590,0	45	4,78	7	3,18	805,7	38,22	2 672	19 188	0,035 8	1 000
FALCON	1 590,0	54	4,36	19	2,62	805,7	39,26	3 046	24 848	0,036 0	1000

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

Los productos marcados con (**) cumplen con la Norma NRF-017-CFE "Cable de Aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR)"

AMPACIDAD DE CONDUCTORES DESNUDOS EN AMPERES[1]

Tamaño o designación		Cobre*	ACSR	Aluminio
mm^2	AWG o kcmil			
8.37	8	90	—	—
13.3	6	130	—	98
21.2	4	180	140	130
33.6	2	240	180	180
53.5	1/0	310	230	235
67.4	2/0	360	270	275
85	3/0	420	300	325
107	4/0	490	340	375
135	266.8	—	460	445
171	336.4	—	530	520
242	477	—	670	650
322	636	—	780	—
403	795	—	910	—
484	954	—	1010	—
564	1113	—	1110	—
635	1351	—	1250	—
765	1510.5	—	1340	—
806	1590	—	1380	—

([1]) Tomado de la tabla 922-10 de la NOM-001-SEDE Vigente

Bases:
Temperatura total máxima en el conductor: 75 °C. Temperatura ambiente: 25 °C

Velocidad del viento: 0.6 m/s Factor de emisividad: 0.5

Frecuencia: 60 hertz
*Conductor de cobre duro con 97.3 por ciento de conductividad

Conductores Eléctricos Baja Tensión 600 V 90 / 75ºC Dimensiones y Pesos



www.viakon.com

CABLE VIAKON® THW-2-LS / THHW-LS RAD® RoHS 600V
con aislamiento de PVC, 600 V, 90 °C/ 75°C, conductor de cobre suave

Tamaño o designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente* Ampere		
AWG/kcmil	mm²		mm	mm	kg/100 m	60°C	75°C	90°C
14	2,08	19	0,76	3,4	2,9	20	20	25
12	3,31	19	0,76	3,9	4,2	25	25	30
10	5,26	19	0,76	4,5	6,2	30	35	40
8	8,37	19	1,14	5,9	10,4	40	50	55
6	13,3	19	1,52	7,6	16,8	55	65	75
4	21,2	19	1,52	8,8	24,8	70	85	95
2	33,6	19	1,52	10,3	37,2	95	115	130
1	42,4	19	2,03	12,2	49,0	110	130	150
1/0	53,5	19	2,03	13,2	59,9	125	150	170
2/0	67,4	19	2,03	14,3	73,7	145	175	195
3/0	85,0	19	2,03	15,6	90,9	165	200	225
4/0	107	19	2,03	17,0	112,6	195	230	260
250	127	37	2,41	19,0	134,2	215	255	290
300	152	37	2,41	20,3	158,4	240	285	320
350	177	37	2,41	21,6	182,4	260	310	350
400	203	37	2,41	22,7	207,4	280	335	380
500	253	37	2,41	24,8	254,9	320	380	430
600	304	61	2,79	27,6	306,4	355	420	475
750	380	61	2,79	30,2	383,5	400	475	535
1 000	507	61	2,79	34,0	504,3	455	545	615

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

* Basada en la tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE vigente para una temperatura ambiente de 30°C.

VIAKON CONDUCTORES MONTERREY

CABLE VIAKON® XHHW-2 600 V, 90° C
con aislamiento de XLPE negro 600 V, 90°C, conductor de cobre suave

Tamaño o designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente*		
						Ampere		
AWG/kcmil	mm²		mm	mm	kg/100 m	60°C	75°C	90°C
14	2,082	7	0,76	3,5	3	20	20	25
12	3,307	7	0,76	4,0	4	25	25	30
10	5,260	7	0,76	4,6	6	30	35	40
8	8,367	7	1,14	6,2	10	40	50	55
6	13,30	7	1,14	7,2	15	55	65	75
4	21,15	7	1,14	8,4	23	70	85	95
2	33,62	7	1,14	10,0	35	95	115	130
1	42,41	19	1,40	11,7	44	110	130	150
1/0	53,48	19	1,40	12,7	54	125	150	170
2/0	67,43	19	1,40	13,9	68	145	175	195
3/0	85,01	19	1,40	15,2	84	165	200	225
4/0	107,2	19	1,40	16,7	105	195	230	260
250	126,7	37	1,65	18,5	125	215	255	290
300	152,0	37	1,65	19,9	148	240	285	320
350	177,3	37	1,65	21,2	172	260	310	350
400	202,7	37	1,65	22,4	196	280	335	380
500	253,4	37	1,65	24,6	243	320	380	430
600	304,0	61	2,03	27,5	293	355	420	475
750	380,0	61	2,03	30,2	364	400	475	535
1 000	506,7	61	2,03	35,1	482	455	545	615

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

* Basada en la tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE vigente para una temperatura ambiente de 30°C.

CABLE VIAKON® RHH/RHW-2, XLPE 600 V, 90° C
con aislamiento de XLPE negro 600 V, 90°C, conductor de cobre suave

Tamaño o designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente* Ampere		
AWG/kcmil	mm²		mm	mm	kg/100 m	60°C	75°C	90°C
14	2,082	7	1,14	4,3	4	20	20	25
12	3,307	7	1,14	4,8	5	25	25	30
10	5,260	7	1,14	5,4	7	30	35	40
8	8,367	7	1,52	7,0	11	40	50	55
6	13,30	7	1,52	8,0	16	55	65	75
4	21,15	7	1,52	9,2	24	70	85	95
2	33,62	7	1,52	10,8	36	95	115	130
1	42,41	19	2,03	13,0	46	110	130	150
1/0	53,48	19	2,03	14,1	57	125	150	170
2/0	67,43	19	2,03	15,3	71	145	175	195
3/0	85,01	19	2,03	16,6	87	165	200	225
4/0	107,2	19	2,03	18,1	108	195	230	260
250	126,7	37	2,41	20,1	129	215	255	290
300	152,0	37	2,41	21,5	153	240	285	320
350	177,3	37	2,41	22,8	177	260	310	350
400	202,7	37	2,41	24,0	201	280	335	380
500	253,4	37	2,41	26,2	249	320	380	430
600	304,0	61	2,79	29,1	300	355	420	475
750	380,0	61	2,79	31,8	372	400	475	535
1 000	506,7	61	2,79	36,7	491	455	545	615

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

* Basada en la tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE vigente para una temperatura ambiente de 30°C.

CARACTERISTICAS GENERALES DE CABLES VIAKON® ARMORFLEX TIPO MC (ALAMBRES)

Cable armado tipo MC, conductores aislados de cobre, con armadura de aluminio, 600 V/90°C, en seco

Tamaño o designación	Área nominal de la sección transversal	Número de conductores	Número de hilos de cada conductor	Conductor para tierra	Empaque Rollo		Empaque Carrete	Diámetro exterior sobre armadura
				Designación	Longitud	Peso	Longitud	
AWG	mm²			AWG	m	kg/rollo	m	mm²
14	2,082	2	1 (alambre)	14	76,2	10,50	304,8	11,3
14	2,082	3	1 (alambre)	14	76,2	12,7	304,8	12,0
14	2,082	4	1 (alambre)	14	76,2	15,00	228,6	12,8
12	3,307	2	1 (alambre)	12	76,2	13,60	304,8	12,3
12	3,307	3	1 (alambre)	12	76,2	16,90	228,6	13,1
12	3,307	4	1 (alambre)	12	76,2	20,30	152,4	14,0
10	5,260	2	1 (alambre)	10	76,2	19,40	152,4	14,1
10	5,260	3	1 (alambre)	10	76,2	24,90	152,4	15,1
10	5,260	4	1 (alambre)	10	76,2	29,60	152,4	16,3

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CARACTERISTICAS GENERALES DE CABLES VIAKON® ARMORFLEX TIPO MC (CABLES)

Cable armado tipo MC, conductores aislados de cobre, con armadura de aluminio, 600 V/90°C, en seco

Tamaño o designación	Área nominal de la sección transversal	Número de conductores	Número de hilos de cada conductor	Conductor para tierra	Empaque Rollo		Empaque Carrete	Diámetro exterior sobre armadura
				Designación	Longitud	Peso	Longitud	
AWG/kcmil	mm²			AWG	m	kg/rollo	m	mm
14	2,082	2	19	14	76,2	10,50	304,8	11,9
14	2,082	3	19	14	76,2	12,70	304,8	12,7
14	2,082	4	19	14	76,2	15,00	228,6	13,5
12	3,307	2	19	12	76,2	13,60	304,8	12,9
12	3,307	3	19	12	76,2	16,90	228,6	13,8
12	3,307	4	19	12	76,2	20,30	152,4	14,8
10	5,260	2	19	10	76,2	19,40	152,4	14,9
10	5,260	3	19	10	76,2	24,90	152,4	16,0
10	5,260	4	19	10	76,2	29,60	152,4	17,3
8	8,367	2	19	10	30,5	12,10	152,4	17,7
8	8,367	3	19	10	30,5	15,30	152,4	19,2
8	8,367	4	19	10	30,5	18,80	152,4	20,8
6	13,30	2	19	8	30,5	16,90	152,4	19,8
6	13,30	3	19	8	30,5	21,70	152,4	21,6
6	13,30	4	19	8	30,5	27,00	152,4	23,5

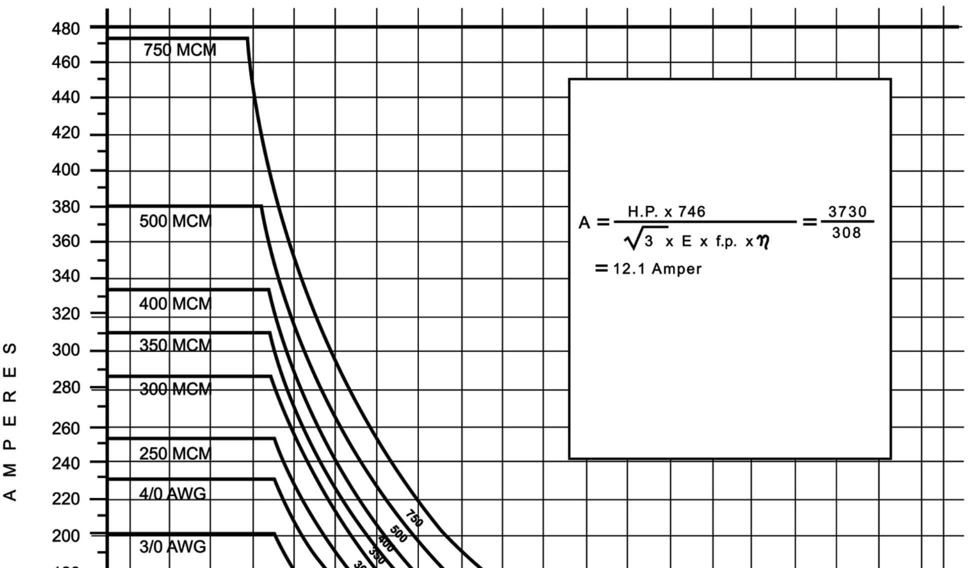
NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CARACTERISTICAS GENERALES DE CABLES VIAKON® TIPO MC DE ALUMINIO AA-8176
Cable armado tipo MC, 3 y 4 conductores de aluminio con aislamiento tipo XHHW-2 más conductor desnudo de tierra , con armadura de aluminio

Tamaño o designación		Número de hilos	Espesor de aislamiento	Tierra Física		Tres conductores		Cuatro conductores	
				Designación		Diámetro Exterior	Peso Total	Diámetro Exterior	Peso Total
						Aproximado	Aproximado	Aproximado	Aproximado
AWG/ kCM	mm^2		mm	AWG	mm^2	mm	kg/100 m	mm	kg/100 m
6	13.3	7	1.14	6	13.3	22.4	51.07	24.2	59.5
4	21.15	7	1.14	6	13.3	24.9	62.57	26.9	74.4
2	33.62	7	1.14	6	13.3	27.9	79.62	30.3	96.2
1	42.41	19	1.4	4	21.15	30.7	97.47	33.4	118.4
1/0	53.48	19	1.4	4	21.15	32.7	111.35	35.7	136.2
2/0	67.43	19	1.4	4	21.15	34.9	128.38	38.1	158.2
3/0	85.01	19	1.4	4	21.15	37.5	149.09	42.8	195.6
4/0	107.2	19	1.4	2	33.62	42.2	188.67	46	233.1
250	126.7	37	1.65	2	33.62	45.8	217.77	50.1	270.5
300	152	37	1.65	2	33.62	48.5	246.68	53.1	308
350	177.3	37	1.65	2	33.62	51	275.02	56	344.9
400	202.7	37	1.65	1	42.41	53.4	305.37	58.6	383.7
500	253.4	37	1.65	1	42.41	57.6	359.93	64.1	466.6
600	304	61	2.03	1	42.41	64.3	439.13	70.8	555.4
750	380	61	2.03	1/0	53.48	69.5	523.64	76.6	665

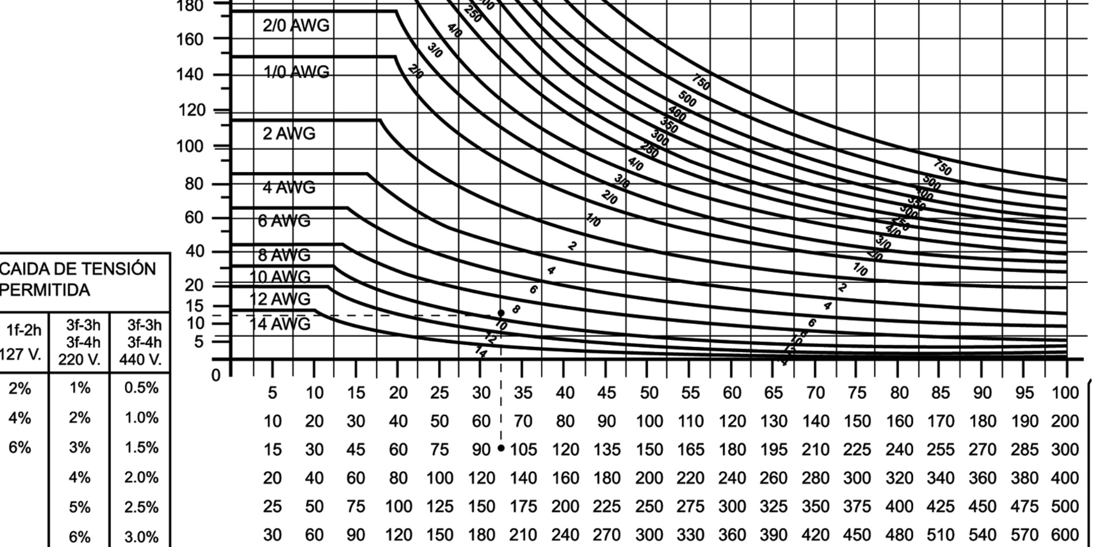
NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

GRAFICAS DE CAIDA DE TENSION EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS, TIPOS RHW, THW Y THWN



$$A = \frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} \times E \times f.p. \times \eta} = \frac{3730}{308}$$

$= 12.1$ Amper



CAIDA DE TENSIÓN PERMITIDA																						
1f-2h 127 V.	3f-3h 3f-4h 220 V.	3f-3h 3f-4h 440 V.																				
2%	1%	0.5%	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
4%	2%	1.0%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
6%	3%	1.5%	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300
	4%	2.0%	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
	5%	2.5%	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
	6%	3.0%	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600

DISTANCIA EN METROS

NOTAS

1.- El factor de potencia considerado en el cálculo de la gráfica es de 0.8.

2.- Los valores de ampacidad están tomados de la tabla 310-12 del N.E.C. para conductores aislados de cobre tipo RHW, THW y THWN a una temperatura ambiente de 30 °C.

3.- Los valores de resistencia (están tomados a 75 °C) y reactancia fueron tomados de la tabla No. 1.20, pagina No. 98 del Beeman para 600 voltios o menos y tres conductores en tubo conduit magnético.

Cortesía de Bufete Industrial, S.A.

Conductores Eléctricos Media Tensión 5 a 35 kV Dimensiones y Pesos



www.viakon.com

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 5 kV 100% y 133% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento : 2,30 mm (90 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado			
						XLPE (kg / 100 m)		EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
8	8.367	7	3.4	9.5	16.6	30.5	25	32.1	26.7
6	13.3	7	4.3	10.4	17.5	36.9	28.2	38.8	30.1
4	21.15	7	5.4	11.5	18.7	46.5	32.7	48.6	34.8
2	33.62	7	6.8	12.9	20.1	62.2	40.4	64.7	42.9
1/0	53.48	19	8.6	14.7	23	89.6	54.9	87.2	52.4
2/0	67.43	19	9.6	15.7	24	104.9	61.2	108.1	64.3
3/0	85.01	19	10.8	16.9	25.3	124	68.9	128	72.4
4/0	107.2	19	12.1	18.2	26.6	148	78.2	152	82
250	126.7	37	13.2	19.6	28.1	171	88.6	175	92.7
300	152	37	14.5	20.9	29.4	198	98.8	202	103.2
350	177.3	37	15.7	22.1	30.6	224	109	229	113
400	202.7	37	16.7	23.1	31.7	250	118	255	123
500	253.4	37	18.7	25.1	34.1	305	140	310	145
600	304	61	20.6	27.2	36.3	359	161	365	167
750	380	61	23	29.6	38.8	436	189	443	195
1 000	506.7	61	26.9	33.5	42.8	563	234	571	242

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 8 kV 100% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento : 2,92 mm (115 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado			
						XLPE (kg / 100 m)		EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
6	13.3	7	4.3	11.6	18.8	40.1	31.5	42.6	33.9
4	21.15	7	5.4	12.7	19.9	49.9	36.2	52.7	38.9
2	33.62	7	6.8	14.1	21.4	65.9	44.1	69.2	47.3
1/0	53.48	19	8.6	15.9	24.2	93.9	59.1	97.6	62.9
2/0	67.43	19	9.6	16.9	25.3	109.4	65.6	113.4	69.7
3/0	85.01	19	10.8	18.1	26.5	129	73.6	133	78
4/0	107.2	19	12.1	19.7	28.2	154	84.4	159	89.5
250	126.7	37	13.2	20.8	29.3	176	93.8	181	99
300	152	37	14.5	22.1	30.6	203	104.2	209	109.8
350	177.3	37	15.7	23.3	31.9	230	114	236	120
400	202.7	37	16.7	24.3	32.9	256	124	262	130
500	253.4	37	18.7	26.3	35.4	311	146	318	153
600	304	61	20.6	28.4	37.5	366	168	373	175
750	380	61	23	30.8	40	443	196	451	204
1 000	506.7	61	26.9	34.7	45.6	587	258	596	267

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 8 kV 133% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento : 3,56 mm (140 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado			
						XLPE (kg / 100 m)		EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
6	13.3	7	4.3	12.8	20	43.7	35	46.8	38.2
4	21.15	7	5.4	13.9	21.2	53.7	39.9	57.2	43.5
2	33.62	7	6.8	15.3	23.7	75.5	53.6	79.5	57.6
1/0	53.48	19	8.6	17.1	25.4	98.6	63.8	103.2	68.5
2/0	67.43	19	9.6	18.1	26.5	114	70.5	119	75.5
3/0	85.01	19	10.8	19.3	27.8	134	78.8	139	84.2
4/0	107.2	19	12.1	20.9	29.4	160	89.8	166	96
250	126.7	37	13.2	22	30.5	182	99.4	188	105.8
300	152	37	14.5	23.3	31.9	209	110	216	117
350	177.3	37	15.7	24.5	33.1	236	120	243	128
400	202.7	37	16.7	25.5	34.6	265	133	272	140
500	253.4	37	18.7	27.5	36.6	318	153	326	161
600	304	61	20.6	29.6	38.8	373	175	382	184
750	380	61	23	32	41.3	451	203	461	213
1 000	506.7	61	26.9	35.9	46.9	596	267	607	278

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 15 kV 100% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento :4,45 mm (175 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado			
						XLPE (kg / 100 m)		EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
2	33.62	7	6.8	17.2	25.6	82.6	60.7	88	66.1
1/0	53.48	19	8.6	19	27.4	106	71.4	112	77.6
2/0	67.43	19	9.6	20	28.5	122	78.4	129	85
3/0	85.01	19	10.8	21.2	29.7	142	87	149	94.1
4/0	107.2	19	12.1	22.5	31.1	167	97.1	174	104.8
250	126.7	37	13.2	23.9	32.5	191	108	199	117
300	152	37	14.5	25.2	34.3	221	122	230	131
350	177.3	37	15.7	26.4	35.5	248	133	258	142
400	202.7	37	16.7	27.4	36.5	275	143	285	153
500	253.4	37	18.7	29.4	38.6	328	163	339	174
600	304	61	20.6	31.5	40.7	384	186	396	198
750	380	61	23	33.9	43.2	463	215	475	228
1 000	506.7	61	26.9	37.8	48.8	609	280	624	295

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 15 kV 133% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento :5,59 mm (220 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado			
						XLPE (kg / 100 m)		EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
2	33.62	7	6.8	19.5	28.5	95.6	73.8	103	81.1
1/0	53.48	19	8.6	21.3	30.4	120	85.6	129	93.8
2/0	67.43	19	9.6	22.3	31.4	137	93.1	146	102
3/0	85.01	19	10.8	23.5	32.7	158	103	167	112
4/0	107.2	19	12.1	24.8	34.1	183	113	193	124
250	126.7	37	13.2	26.2	36	211	128	222	139
300	152	37	14.5	27.5	37.4	239	140	251	152
350	177.3	37	15.7	28.7	38.6	268	152	280	164
400	202.7	37	16.7	29.7	39.7	295	163	308	176
500	253.4	37	18.7	31.7	41.8	350	185	364	199
600	304	61	20.6	33.8	44	407	209	422	224
750	380	61	23	36.2	48.1	505	258	521	274
1 000	506.7	61	26.9	40.1	52.6	643	314	661	332

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 25 kV 100% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento :6,60 mm (260 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado			
						XLPE (kg / 100 m)		EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1/0	53.48	19	8.6	23.3	31.8	125	90.7	136	101
2/0	67.43	19	9.6	24.3	32.9	142	98	153	109
3/0	85.01	19	10.8	25.5	34.6	165	110	177	122
4/0	107.2	19	12.1	27.1	36.2	192	123	205	135
250	126.7	37	13.2	28.5	37.6	217	135	231	149
300	152	37	14.5	29.8	38.9	246	147	260	161
350	177.3	37	15.7	31	40.2	274	158	289	174
400	202.7	37	16.7	32	41.2	301	169	317	185
500	253.4	37	18.7	34	43.3	356	191	373	209
600	304	61	20.6	36.1	47	430	232	449	251
750	380	61	23	38.5	49.5	511	264	531	284
1 000	506.7	61	26.9	42.4	53.9	649	320	671	342

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

VIAKON® CONDUCTORES MONTERREY

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 25 kV 133% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento :8,13 mm (320 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado			
						XLPE (kg / 100 m)		EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1/0	53.48	19	8.6	26.3	35.3	143	108	157	122
2/0	67.43	19	9.6	27.3	36.4	160	117	175	131
3/0	85.01	19	10.8	28.5	37.7	182	127	197	142
4/0	107.2	19	12.1	30.1	39.2	209	140	226	156
250	126.7	37	13.2	31.5	40.7	235	153	253	170
300	152	37	14.5	32.8	42	264	165	283	184
350	177.3	37	15.7	34	43.3	293	177	313	197
400	202.7	37	16.7	35	45.9	337	205	357	226
500	253.4	37	18.7	37	47.9	393	228	415	251
600	304	61	20.6	39.1	50.1	453	255	476	278
750	380	61	23	41.5	53	538	291	564	317
1 000	506.7	61	26.9	45.4	57	674	345	703	374

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

Viakon® Conductores Monterrey

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 35 kV 100% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento :8,76 mm (345 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado XLPE (kg / 100 m)		Peso Total aproximado EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1/0	53.48	19	8.6	27.7	36.8	151	116	166	131
2/0	67.43	19	9.6	28.7	37.8	168	124	184	140
3/0	85.01	19	10.8	29.9	39.1	190	135	207	152
4/0	107.2	19	12.1	31.6	40.8	218	149	237	168
250	126.7	37	13.2	32.9	42.1	244	161	263	181
300	152	37	14.5	34.2	43.6	274	175	295	196
350	177.3	37	15.7	35.4	46.3	318	203	340	225
400	202.7	37	16.7	36.4	47.3	347	215	370	238
500	253.4	37	18.7	38.4	49.4	404	239	428	263
600	304	61	20.6	40.5	52	467	269	493	295
750	380	61	23	42.9	54.4	550	302	578	330
1 000	506.7	61	26.9	46.8	58.4	686	357	717	389

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

CABLE VIAKON® PARA MEDIA TENSIÓN 35 kV 133% NIVEL DE AISLAMIENTO

Conductor comprimido, espesor de aislamiento :10,67 mm (420 mils), pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta de PVC

Tamaño o Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado XLPE (kg / 100 m)		Peso Total aproximado EPR (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1/0	53.48	19	8.6	31.5	40.7	173	138	193	159
2/0	67.43	19	9.6	32.5	41.7	190	147	212	168
3/0	85.01	19	10.8	33.7	43	213	158	236	181
4/0	107.2	19	12.1	35.4	46.3	259	189	284	214
250	126.7	37	13.2	36.7	47.6	285	203	311	229
300	152	37	14.5	38	49	316	217	343	244
350	177.3	37	15.7	39.2	50.2	346	230	375	259
400	202.7	37	16.7	40.2	51.6	378	247	408	276
500	253.4	37	18.7	42.2	53.7	437	272	469	304
600	304	61	20.6	44.3	55.9	497	300	532	334
750	380	61	23	46.7	58.3	582	334	618	371
1 000	506.7	61	26.9	50.6	62.4	720	391	761	432

NOTA: Datos aproximados sujetos a tolerancias de manufactura

NÚMERO DE HILOS DE LA PANTALLA METÁLICA DE CABLES PARA MEDIA TENSIÓN AISLADOS

Tamaño o Designación del conductor central del cable para Media Tensión		Tensión de operación entre fases							
		5 kV y 8 kV[1]		15 kV		25 kV		35 kV	
AWG o kcmil	mm²	Número de alambres pantalla metálica	Designación mm² (AWG)	Número de alambres pantalla metálica	Designación mm² (AWG)	Número de alambres pantalla metálica	Designación mm² (AWG)	Número de alambres pantalla metálica	Designación mm² (AWG)
8 - 4	8,37 - 21,2	7	0,325 (22)	-	-	-	-	-	-
2 - 4/0	33,6 - 107	7	0,519 (20)	8	0,519 (20)	9	0,519 (20)	10	0,519 (20)
250 - 500	127 - 253	9	0,519 (20)	10	0,519 (20)	12	0,519 (20)	13	0,519 (20)
600 - 1000	304 - 507	12	0,519 (20)	8	0,824 (18)	9	0,824 (18)	10	0,824 (18)

[1] Los cables para 8 kV se construyen a partir de la designación 6 AWG

Guía de Selección de Conductores Eléctricos



www.viakon.com

ALAMBRES Y CABLES DESNUDOS

APLICACIÓN	TIPO
Conductores para líneas aéreas de distribución, sistemas de tierra	- Alambres y cables Viakon® Cobre - Alambres y cables Viakon® de aluminio (AAC)
Conductores para líneas aéreas de transmisión y subtrasnmisión de energía eléctrica a grandes distancias	Cable Viakon® de aluminio desnudo con alma de acero (ACSR)
Conductores para líneas aéreas de transmisión y subtrasnmisión de energía eléctrica a grandes distancias en zonas con problemas de corrosión y contaminación como zonas costeras o zonas industriales	Cable Viakon® de aluminio desnudo con alma de acero recubierto de aluminio soldado (ACSR/AS ó ACSR/AW)

ALAMBRES MAGNETO REDONDO ESMALTADO

APLICACIÓN	TIPO	CLASE TÉRMICA °C
Alambre magneto para uso general: embobinado de máquinas eléctricas estáticas y rotatorias, componentes electrónicos y automotrices, balastras, transformadores en aceite.	FORMACON F	105 120
Alambre magneto para elaborar componentes electrónicos y automotrices, transformadores especiales, motores de baja potencia y fraccionarios, en donde se utilizan sus características de soldabilidad y de bajas pérdidas a frecuencias altas.	SOLDACON S	130 155
Alambre magneto para aplicaciones similares al anterior. La sobrecapa de nylon mejora su comportamiento mécanico, resistencia a solventes y facilidad de embobinado.	SOLDACON -N SN	130 155 180
Alambre magneto para uso general que ofrece gran resistencia a la abrasión, al manejo, a los solventes y a la temperatura. Alta rigidez dieléctrica.	TERMACON -N TNS - TND	155 180
Alambre magneto para uso general en alta temperatura. Ofrece excelentes características mecánicas, para uso en aire acondicionado y refrigeración.	POLYTERMACON -200 P200	200

ALAMBRES MAGNETO REDONDO ESMALTADO (CONTINUACIÓN)

APLICACIÓN	TIPO	CLASE TÉRMICA °C
Alambre magneto para aplicaciones similares al POLYTERMACON -200. La sobrecapa de poliamida-imida mejora su características mecánicas y facilidad de embobinado	"POLYTERMACON/AI PTD/AI"	200 220
Alambre magneto de alta temperatura con una sobrecapa de material termoplástico auto-cementante	"POLYTERMACON -C PTC"	180
Alambre magneto de alta temperatura con una sobrecapa exterior de material termoplástico auto-cementante. La sobrecapa de poliamida-imida mejora su comportamiento mecánico.	"POLYTERMACON/AI C PTAIC"	180
Alambre magneto soldable de alta temperatura.	"POLYTERMACON S PSS - PSD"	155 180
Alambre magneto soldable de alta temperatura y con una sobrecapa de material termoplástico auto-cementante.	"POLYTERMACON S C PSC1 - PSC2"	180

ALAMBRE MAGNETO FORRADO

APLICACION	DESIGNACION	CLASE TERMICA °C
Bobinas de máquinas eléctricas, estáticas y rotatorias. Transformadores de distribución y potencia, en aceite y tipo seco.	A magneto rectangular o cuadrado con forro de papel.	90 ó 100 * 105 ó115 * *impregnado
Alambre magneto para aplicaciones similares al anterior pero que ofrece mejor comportamiento dieléctrico.	A magneto redondo desnudo o esmaltado con forro de algodón.	90 105
Embobinado de máquinas eléctricas de mayor potencia y para alta temperatura de operación.	A magneto redondo o rectangular con forro de Fibra de Vidrio.	180

ALAMBRES y CABLES PARA BAJA TENSIÓN, 600 V

APLICACIÓN	TIPO	TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN
Sistemas de distribución a baja tensión e iluminación, en edificios públicos y habitacionales, construcciones industriales, centros recreativos y comerciales, así como áreas confinadas en donde se requieran características de no propagación de incendio, baja emisión de humos y bajo contenido de gas ácido.	Alambres y cables Viakon® THW-2-LS / THHW-LS RAD® RoHS	90° C en ambiente seco. 90° C en ambiente mojado.
Sistemas de distribución a baja tensión e iluminaciónen donde se requiera resistencia al aceite y a la gasolina. Por su excelente comportamiento a los aceites y químicos es adecuado para instalarse en gasolinerías y refinerías.	Alambres y cables Viakon® THWN-2 / THHN RAD®	90° C en ambiente seco. 90° C en ambiente mojado.
Sistemas de distribución a baja tensión e iluminación, en edificios públicos e instalaciones industriales, centros recreativos y comerciales donde se requiera resistencia a la temperatura, al agua y a la flama.	Alambres y cables Viakon® XHHW-2	90° C en ambiente seco, húmedo y mojado.
Sistemas de distribución a baja tensión instalado en tubo conduit, de iluminación, en instalaciones subterráneas en donde se requiera resistencia mecánica, a la temperatura y a la humedad. Instalaciones de cables directamente enterrados.	Alambres y cables Viakon® RHH / RHW-2, XLPE	90° C en ambiente seco, húmedo y mojado.
Sistemas de distribución a baja tensión e iluminación, en instalaciones industriales con atmósferas altamente contaminadas y corrosivas como siderúrgicas, plantas químicas, fábricas de cemento, refinerías, etc.	Alambres y cables Viakon® RHH/RHW-2, EPR+CP ó EPR+CPE	90° C en ambiente seco, húmedo y mojado.

ALAMBRES y CABLES PARA BAJA TENSIÓN, 600 V (CONTINUACIÓN)

APLICACIÓN	TIPO	TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN
Sistemas de distribución a baja tensión e iluminación en plantas industriales, en donde se requieran características de no propagación de incendio, de baja emisión de humos y de bajo contenido de gas ácido.	Cables Viakon® multiconductores THHW-LS	90° C en ambiente seco. 75°C en ambiente mojado.
Sistemas de distribución a baja tensión en plantas industriales en donde se requiera resistencia mecánica , a la temperatura y humedad.	Cables Viakon® multiconductores XLPE + PVC y EPR+PVC	90° C en ambiente seco, húmedo y mojado.
Sistemas de distribución a baja tensión en plantas industriales con ambientes contaminados donde se requiera resistencia al aceite, ácidos y álcalis, así como a la abrasión mecánica.	Cables Viakon® multiconductores EPR + CPE	90° C en ambiente seco, húmedo y mojado.
Alimentación de motores de bombas sumergibles donde se requiere gran resistencia al agua.	Cables Viakon® trifásico plano para Bomba	75° C en cualquier ambiente
Alambrado de edificios y construcciones como hoteles, centros comerciales, hospitales cines, auditorios, etc., sustituyendo el tubo conduit rígido o flexible, dentro de paredes y techos falsos.	Cables Viakon® multiconductores Armorflex® THHN tipo MC, con armadura de alumino o acero	90° C en ambiente seco.
"Circuitos de energía y alumbrado, así como acometidas, alimentadores y circuitos derivados en edificios, centros comerciales y recreativos, hospitales, cines, auditorios, etc., donde se requiera poco peso, sustituyendo los trabajos relacionados con el tendido e instalación de la canalización eléctrica.	Cables Viakon® multiconductores de aluminio 8000 XHHW-2, tipo MC-LS, con armadura de aluminio.	90° C en ambiente seco, húmedo y mojado.

CABLES CONTROL

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN
Control de operaciones, medición, señalización, protección, automatización,etc. de equipos en forma remota, en donde se requieran carácterísticas de no propagación de incendio, baja emisión de humos y de bajo contenido de gas ácido.	Cables control-LS Viakon® tipo PVC + PVC Nota: Estos cables pueden fabricarse con blindaje y dren ya sea con pantalla de cobre o cinta aluminizada, así como con armadura engargolada.	600	90° C en ambiente seco. 75 °C en ambiente mojado.
Control de operaciones, medición, señalización, protección, automatización,etc. de equipos en forma remota, en donde se requiera operar a 1000 V.	Cables control Viakon® tipo PE + PVC	1000	75° C
Circuitos de Control de operaciones, medición, señalización, protección, automatización,etc., en plantas industriales y en donde se requiera mayor resistencia mecánica y a la temperatura.	Cables control Viakon® tipo XLPE + PVC	600	90° C

CABLES CONTROL (CONTINUACIÓN)

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN
Control de operaciones, medición, señalización, protección, automatización,etc., en plantas industriales en donde se requiera mayor flexibilidad y resistencia a la temperatura	Cables control Viakon® tipo EPR + PVC	600	90° C
Control de operaciones, medición, señalización, protección, automatización,etc., en plantas industriales donde se requiere resistencia a aceites, ácidos y álcalis, así como a la abrasión mecánica.	Cables control Viakon® tipo EPR + CPE	600	90° C
Circuitos de Control de operaciones, medición, señalización, protección, automatización,etc., donde se requiera máxima seguridad en condiciones de incendio, tales como centrales eléctricas, lugares de alta concentración pública, embarcaciones marítimas, sistemas de transporte subterráneo, etc.	Cables control Viakon® cero Halógenos	600	90° C

CABLES Y CORDONES PORTÁTILES

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN
Alimentación de aparatos electrodomésticos como ventiladores, lámparas, estéreos, televisores, radios, batidoras y para elaborar extensiones.	Cordones flexibles Viakon® tipo SPT-0,SPT-1. SPT-2 Y SPT-3. Nota: Las diferencias entre los tipos de SPT son los rangos de designaciones y los espesores de aislamiento.	300	60° C
Suministro de energía eléctrica en baja tensión a aspiradoras electrodomésticas u otros aparatos ligeros	Cordones flexibles Viakon® uso rudo tipo SVT	300	60° C
Alimentación en baja tensión de mezcladoras, pulidoras de pisos., equipos de oficina y otros aparatos portátiles como caladoras, taladros, etc.	Cordones flexibles Viakon® uso rudo tipo SJT	300	60° C
Alimentación en baja tensión de máquinas lavaplatos, equipo médico, pulidoras industriales, lijadoras, lavadoras, vibradores, herramientas portátiles, etc.	Cordones flexibles Viakon® uso extra rudo tipo ST	600	60° C

CABLES Y CORDONES PORTÁTILES (CONTINUACIÓN)

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN
Suministro energía eléctrica en baja tensión hasta 300 V a motores pequeños de herramientas portátiles en talleres de mantenimiento, aspiradoras, máquinas de oficina, extensiones exteriores y en aquellos lugares donde existan condiciones severas de operación y se requiera resistencia a la abrasión, al aceite grasas, disolventes químicos, ozono y humedad.	Cordones flexibles Viakon® uso rudo tipo SJO	300	90° C
Suministro de energía eléctrica en baja tensión de más de 300 V a herramientas portátiles en talleres de mantenimiento cargadores de baterías, pulidoras, enceradores, taladros, sierras portátiles, etc. y en aquellos lugares donde existan condiciones severas de operación y se requiera resistencia a la abrasión, al aceite grasas, disolventes químicos, ozono y humedad	Cordones flexibles Viakon® uso extra rudo tipo SO	600	90° C
Alimentación al electrodo de las soldadoras, anto en corriente alterna como en directa. Estos cables unen la máquina soldadora con la abrazadera que sostiene el electrodo y el circuito de retorno	Cables Portaelectrodo Viakon®	600	75° C (Neopreno) 90° C (CPE ó CP)
Suministro de energía eléctrica en baja tensión a a paratos electrodomésticos principlamente a planchas, cafeteras, calentadores, cobertores eléctricos y en general a todos aquellos que generan calor	Cordones térmicos Viakon® tipo HPN	300 V	90°C

CABLES COAXIALES Viakon® TIPO RG, PARA LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA

APLICACIÓN	TIPO	Zo. IMPEDANCIA [Ω]	Co. CAPACITANCIA [picofarad/pie]	A ATENUACIÓN [dB/100 pies]
Transmisión de señales en alta frecuencia entre transmisor y antena o entre antena y receptor, así como también en equipo de medición y pruebas.	8/ u	52	29,5	6 a 400
	11/ u	75	20,5	5,2 a 400
	58/ u	53,5	28,5	11,7 a 400
	59/ u	75 ,3	21,0	10,5 a 400

OTROS CABLES Y CORDONES PARA LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN
En la transmisión de señales de audio en micrófonos de baja y alta impedancia, así como en equipos de alta fidelidad	Cables Viakon® para micrófono	300	75° C
Se utilizan en páneles de equipo de control e instrumentación, en electrónica	Cables Viakon® para control e instrumentación	300 ó 600	75° C
Alambrado interno de equipos en circuitos de electrónica y radiofrecuencia donde el espacio sea reducido.	Cables Viakon® AWM	300, 600 ó 1000 V	80° C, 90°C ó 105 °C
Conexiones de antenas experiores o interiores con el aparato receptor de televisión	Cables Viakon® para antena	---	75 °C

ALAMBRES Y CABLES PARA DISTRIBUCIÓN

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN
Sistemas de distribución aérea de energía eléctrica en baja tensión con cables monopolares, prinicpalmente en zonas arboladas	Cables tipo intemperie Viakon® WP	600	75° C
Sistemas de distribución de energía eléctrica y acometidas aéreas con cables múltiples. Se utiliza principalmente en zonas arboladas y para prevenir robos de energía eléctrica	Cables para distribución aérea Viakon® (PSD)	600	75° C
Sistemas de distribución de energía eléctrica y acometidas subterráneas en baja tensión.	Cables para distribución secundaria Viakon® (DRS ó URD)	600	75 °C (Polietileno) 90 °C (XLPE)
Acometidas aéreas de servicios secundarios, así como instalaciones eléctricas permanentes o temporales de alumbrado exterior en casas habitación.	Alambres y Cables TWD dúplex Viakon®	600	60 °C
"Sistemas de distribución aérea de energía eléctrica en media tensión, principalmente en zonas arboladas.	Cables Semiaislados Viakon®	15 000, 25 000 y 35 000	90 °C
Acometida aérea de servicios secundarios en la que se dificultan las conexiones clandestinas.	Cables Concéntrico Espiral Viakon® (CCE)	600	60 ° C

CABLES PARA MEDIA Y ALTA TENSIÓN

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN
Circuitos de alumbrado en media tensión, en serie, empleados frecuentemente en pistas de aeropuerto, así como instalaciones que requieren de calbes ligeros y resistentes a la abrasión , tales como instalaciones en puentes o barcos, redes aéreas e instalaciones verticales.	- Cables para media tensión sin pantalla y sin cubierta Viakon® - Cables para media tensión sin pantalla y con cubierta Viakon®"	5000	90 °C
Redes subterráneas de distribución primaria en media tensión en zonas comerciales donde la densidad de carga es muy elevada. Alimentación y distribución primaria de energía eléctrica en plantas industriales en general. En la alimentación y distribución de energía eléctrica en edificios con subestaciones localizadas en varios niveles.	Cables Viakon® para media tensión XLPE con pantalla y cubierta construidos de acuerdo a la norma Mexicana NMX-J-142/1 Nota: Opcionalmente este producto puede fabricarse con elementos bloqueadores de agua en la pantalla metálica, con aislamiento de Polietileno de Cadena Cruzada Retardante de Arborescencias (XLPE-RA), pantalla de cintas de cobre y cubierta de polietileno color negro con 3 franjas rojas a lo largo del cable.	5 000, 8 000, 15 000, 25 000 y 35 000	90 °C
"Redes subterráneas de distribución primaria en media tensión en zonas comerciales donde la densidad de carga es muy elevada. Alimentación y distribución primaria de energía eléctrica en plantas industriales en general. Se utiliza en instalaciones donde se requiere mayor flexibilidad y en donde existe una alta concentración de humedad.	Cables Viakon® para media tensión EPR con pantalla y cubierta construidos de acuerdo a la norma Mexicana NMX-J-142/1	5 000, 8 000, 15 000, 25 000 y 35 000	90 °C
En redes subterráneas de distribución primaria en media tensión en zonas urbanas y rurales. En redes de distribución primaria en fraccionamientos residenciales. En la alimentación de energía eléctrica en media tensión subterránea a edificios, centros comerciales , hospitales, escuelas, cines, teatros, etc. En general, en instalaciones subterráneas en media tensión ubicadas en vía pública que serán entregadas a Comisión Federal de Electricidad.	Cables Viakon® para media tensión DS tipo CFE con aislamiento de XLPE, pantalla y cubierta, construido de acuerdo a la Norma NRF-024-CFE Nota: Opcionalmente este producto puede fabricarse con elementos bloqueadores de agua en la pantalla metálica, con aislamiento de Polietileno de Cadena Cruzada Retardante de Arborescencias (XLPE-RA) y cubierta de polietileno color negro con 3 franjas rojas a lo largo del cable.	5 000, 15 000, 25 000 y 35 000	90 °C
"Redes eléctricas subterráneas de transporte de energía para áreas de alta densidad de carga. en tensiones iguales o superiores a 69 kV. Alimentación y distribución primaria subterránea de energía eléctrica en plantas industriales en general.	Cables Viakon® para alta tensión XLPE	69 000, 115 000 y 138 000	90 °C

CABLES Y CORDONES TELEFÓNICOS

APLICACIÓN	TIPO
Instalaciones superficiales interiores, para hacer la conexión de teléfonos a la red exterior.	Cordón Viakon® paralelo de 2 y 3 conductores
Conexión entre la caja terminal y la casa del suscriptor.	Cordón Viakon® doble paralelo exterior
Interconexiones de tableros, puentes en centrales telefónicas, así como en extensiones interiores donde se requiere de diámetros reducidos.	Cordón Viakon® para distribuidor (Jumper Wire)
Interconexiones en los equipos de la central donde se desee evitar interferencias.	Cable telefónico Viakon® blindado tipo EKS
Redes telefónicas internas.	Cable telefónico Viakon® para uso interior tipo EKI
En equipos de intercomunicación, conexión de diversos equipos telefónicos dentro de la central, interconexiones en edificios, hoteles, etc.	Cable telefonico Viakon® para interior tipo IWC
Interconexión de redes de computadoras LAN	Cable Viakon® UTP cat. 5e y cat 6, tipo: CM, CMR y FTP, para uso interior y exterior

CABLES PARA MINAS

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN
Alimentación de equipo de arrastre o locomotoras eléctricas, donde el cable es sometido a constantes flexiones y enrollamientos y cuando es alimentado con cables monopolares.	Cables para mina Viakon® tipo W	2000	90 °C
Alimentación equipo de arrastre o locomotoras eléctricas, donde el cable es sometido a constantes flexiones y enrollamientos y cuando es alimentado por multiconductores. En instalaciones móviles donde no se requiere tener conductor de monitoreo de tierra (ground check) ni neutro.	Cables multiconductores para mina Viakon® tipo W redondos	2000	90 °C
Alimentación de equipo de arrastre o locomotoras eléctricas, donde el cable es sometido a constantes flexiones y enrollamientos. En instalaciones móviles donde se requiere tener conductor neutro.	Cables multiconductores para mina Viakon® tipo G redondos	2000	90 °C
Alimentación de equipo de arrastre o locomotoras eléctricas, donde el cable es sometido a constantes flexiones y enrollamientos. En instalaciones móviles donde se requiere tener conductor de monitoreo de tierra (ground check) y neutro.	Cables multiconductores para mina Viakon® tipo G-GC redondos	2000	90 °C
Suministro de energía eléctrica a subestaciones y equipo portátil tales como palas mecánicas, dragas, equipo de perforación, distribución de energía en minas subterráneas, etc. En sistemas de corriente alterna de 2 kV en donde se requiere pantalla electrostática.	Cables multiconductores para mina Viakon® tipo SHD-GC, 2 kV	2,000	90 °C
Suministro de energía eléctrica a subestaciones y equipo portátil tales como palas mecánicas, dragas, equipo de perforación, distribución de energía en minas subterráneas, etc. En sistemas de corriente alterna de 5 a 25 kV en donde se requiere pantalla electrostática.	Cables multiconductores para mina Viakon® tipo SHD-GC 5, 8, 15 y 25 kV	5 000, 8 000, 15 000, 25 000	90 °C

CABLES PARA MINAS (CONTINUACIÓN)

APLICACIÓN	TIPO	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN
Suministro energía eléctrica a equipo semiportátil de minas o para instalaciones fijas dentro de las mismas. Son adecuados para usarse en tramos horizontales bajo tierra, en ductos o directamente enterrados, en instalaciones aéreas y para otras instalaciones en la industria pesada en general,	Cables multiconductores para mina Viakon® tipo MP-GC, XLPE-PVC 5, 8 y 15 kV	5 000, 8 000, 15 000	90 °C
Suministro de energía eléctrica a equipo semiportátil de minas o para instalaciones fijas dentro de las mismas. Son adecuados para usarse en tramos horizontales bajo tierra, en ductos o directamente enterrados, en instalaciones aéreas y para otras instalaciones en la industria pesada en general, en lugares donde el cable estará sometido a alto maltrato mecánico y expuesto a aceites, ácidos y álcalis.	"Cables multiconductores para mina Viakon® tipo MP-GC, EPR-CPE 5, 8 y 15 kV "	5 000, 8 000, 15 000	90 °C

Parámetros Eléctricos de Cables



www.viakon.com

RESISTENCIA ELECTRICA CA, REACTANCIA INDUCTIVA E IMPEDANCIA PARA CABLES DE 600 V, OPERANDO A 75° C EN UN SISTEMA TRIFASICO A 60 HZ: 3 CABLES UNIPOLARES EN UN MISMO DUCTO

Tamaño o designación AWG / kcmil	Ω/km, al neutro				
	Reactancia Inductiva X_1		Resistencia a CA para conductores de Cu, 75° C, 60 Hz		
	Ducto de PVC o AL	Conduit de Acero	Ducto de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	0,190	0,240	10	10	10
12	0,177	0,223	6,6	6,6	6,6
10	0,164	0,207	3,9	3,9	3,9
8	0,171	0,213	2,6	2,6	2,6
6	0,167	0,210	1,6	1,6	1,6
4	0,157	0,197	1,0	1,0	1,0
3	0,154	0,194	0,82	0,82	0,82
2	0,148	0,187	0,62	0,66	0,66
1	0,151	0,187	0,49	0,52	0,52
1/0	0,144	0,180	0,39	0,43	0,39
2/0	0,141	0,177	0,33	0,33	0,33
3/0	0,138	0,171	0,25	0,27	0,26
4/0	0,135	0,167	0,20	0,2	0,21
250	0,135	0,171	0,17	0,19	0,18
300	0,135	0,167	0,14	0,16	0,15
350	0,131	0,164	0,12	0,14	0,13
400	0,131	0,161	0,11	0,12	0,11
500 600 750 1000	0,128 0,128 0,125	0,157 0,157 0,157	0,089 0,075 0,062	0,10 0,092 0,079 0,062	0,095 0,082 0,069

NOTAS:

1.- Cálculos para: 3 cables tipo THW-2-LS / THHW-LS RAD® en arreglo acunado (cradle). Conductividad: del cobre 100% IACS, del conduit de aluminio 45% IACS. La reactancia capacitiva no se toma en cuenta por ser muy pequeña.

2.- La impedancia se define como: Rcosø + Xsenø, en donde "ø" es el ángulo del factor de potencia (FP) del circuito. Multiplicando la corriente por la impedancia se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión al neutro.

3.- Para obtener la impedancia a otros valores de factor de potencia, se puede usar la fórmula siguiente:

$Z = R \cos ø + X_L \text{sen}(\text{arccos} FP)$.

$FP = \cos ø$.

RESISTENCIA ELECTRICA CA, REACTANCIA INDUCTIVA E IMPEDANCIA PARA CABLES DE 600 V, OPERANDO A 75° C EN UN SISTEMA TRIFASICO A 60 HZ: 3 CABLES UNIPOLARES EN UN MISMO DUCTO (CONTINUACIÓN)

Tamaño o Designación AWG / kcmil	Ω/km, al neutro		
	"Impedancia Z de conductores de Cobre Factor de potencia = 0.9"		
	Ducto de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero
14	9,2	9,2	9,3
12	6,0	6,0	6,0
10	3,6	3,6	3,6
8	2,4	2,4	2,4
6	1,5	1,5	1,5
4	0,98	0,98	1,0
3	0,81	0,81	0,82
2	0,63	0,65	0,67
1	0,51	0,54	0,55
1/0	0,42	0,45	0,43
2/0	0,36	0,36	0,37
3/0	0,29	0,30	0,31
4/0	0,24	0,26	0,26
250	0,21	0,23	0,23
300	0,19	0,20	0,21
350	0,17	0,18	0,19
400	0,15	0,17	0,17
500	0,14	0,15	0,15
600	0,12	0,14	0,14
750	0,11	0,13	0,13
1000	0,097	0,11	0,12

NOTAS:

1.- 1.- Cálculos para: 3 cables tipo THW-2-LS / THHW-LS RAD® en arreglo acunado (cradle). Conductividad: del cobre 100% IACS, del conduit de aluminio 45% IACS. La reactancia capacitiva no se toma en cuenta por ser muy pequeña.

2.- La impedancia se define como: Rcosø + Xsenø, en donde "ø" es el ángulo del factor de potencia (FP) del circuito. Multiplicando la corriente por la impedancia se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión al neutro.

3.- Para obtener la impedancia a otros valores de factor de potencia, se puede usar la fórmula siguiente:

Z = R cosø + X_L sen(arccosFP).
FP = cosø.

I. CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO PERMISIBLE EN EL CONDUCTOR. CABLES CON AISLAMIENTO DE PE, PVC, XLPE o EPR.

Una vez determinado el tamaño o desingación del conductor por los criterios de capacidad de conducción de corriente y de regulación de tensión, es necesario verificar dicho tamaño o desingación en base a las condiciones de corto circuito del sistema (magnitud y tiempo). El área A_C del conductor requerida en estas condiciones se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$A_c = C_c I \sqrt{t}$$

en donde:

A_C = Area efectiva de la sección transversal del conductor en kcmil.

I = Corriente de corto circuito, en miles de Ampere (kA).

t = Duración del corto circuito, en segundos.= Número de ciclos/60,

C_c = Constante que depende del tipo de material empleado en el conductor y en el aislamiento del cable. Ver tabla.

		Temperatura máxima del conductor		
Aislamiento	**Conductor**	**Operación normal**	**Conductor**	**Cc**
PE o PVC	Cobre	75	150	18,89
PE o PVC	Aluminio	75	150	28,86
XLPE o EPR	Cobre	90	250	13,90
XLPE o EPR	Aluminio	90	250	21,26
XLPE o EPR	Cobre	105	250	14,76
XLPE o EPR	Aluminio	105	250	22,57

II. CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO PERMISIBLE EN LA PANTALLA METALICA

El área A_p de la pantalla metálica de cobre, necesaria para soportar la corriente corto circuito del sistema, durante el tiempo que dura éste, se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$A_p = C_p I \sqrt{t}$$

en donde:

A_p = Area efectiva de la sección transversal de la pantalla, en kcmil.
I = Corriente de corto circuito, en miles de Ampere (kA).
t = Duración del corto circuito, en segundos = Número de ciclos/60,
C_p = Constante que depende del tipo de material empleado en la pantalla metálica y en la cubierta del cable. Ver tabla siguiente.

Valores de C_p para pantallas de cobre

	Temperatura de la pantalla en condiciones normales de operación, en °C*								
Cubierta	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**
Termoplástica: PVC o PE	14,04	14,35	14,68	15,03	15,40	15,79	16,20	16,65	17,12
Termofija (vulcanizada): Neopreno, Hypalon, CPE.	10,58	10,71	10,84	10,98	11,12	11,27	11,41	11,57	11,72

* Este valor se determina restando el valor de F_1 al valor de la temperatura máxima del conductor en condiciones normales de operación.

Tensión de Operación (kV)	F_t
5 - 25	5
35 - 46	10
69	15

Habiendo calculado el área de A_p en kcmil, se puede determinar la construcción de la pantalla, con las ecuaciones siguientes:

a) Pantalla de alambres de cobre aplicados helicoidalmente.

$$A_p = 1000^* n d_s^2$$

en donde: n = Número de alambres.

d_s = Diámetro de los alambres en milésimos de pulgada.

b) Pantalla de cintas aplicadas helicoidalmente con traslape. (Para cables nuevos antes de instalarse).

$$A_p = 1000^* 4 b d_m \sqrt{\frac{100}{2(100 - L)}}$$

en donde: b = Espesor de la cinta en milésimas de pulgada.

d_m = Diámetro medio de la pantalla, en milésimas de pulgada.

L = Traslape de la cinta, en porciento.

Factores de correción para obtener la capacidad de conducción de corriente de conductores eléctricos, en períodos cortos* de sobrecarga Conductores de Cobre o Aluminio

Material del Aislamiento	Tensión [kV] Hasta	Temperatura máxima del conductor [°C]		Temperatura ambiente			
		Operación Normal	Operación de Sobrecarga	20°C	30°C	40°C	50°C
PVC-60	0,6	60	85	1,22	1,3	1,44	1,8
PE	35	75	95	1,13	1,17	1,22	1,3
HYPALON y PVC-75	0,6						
XLPE y EPR	35	90	130	1,18	1,22	1,26	1,33

* No más de 100 h/año y no más de 5 de tales períodos durante la vida del cable

Ejemplo:
Calcular la capacidad de conducción de corriente en condiciones de sobrecarga de tres cables **Viakon® THW-2-LS / THHW-LS RAD® RoHS** con conductor de cobre designación 1/0 AWG, con una temperatura ambiente de 30°C instalados en un tubo conduit.

De la tabla anterior se toma el renglón correspondiente al PVC-75°C y en la columna de 30°C de temperatura ambiente se puede leer el factor **1,17.** Este factor se multiplica por la capacidad de conducción de corriente del cable : 150 A (Ver tabla de ampacidad 310-15(b)(16) en la sección de tablas de capacidad de conducción de corriente de este manual), obteniéndose una capacidad de conducción de corriente en condiciones de sobrecarga de **175.5 A.**

Resistencia Eléctrica nominal de conductores eléctricos a CD en Ohm/km a 25°C.

Tamaño o designación AWG/kcmil	Alambres			Cables en cableado concéntrico*				
	Aluminio	Cobre		Aluminio	Cobre			
		Desnudos	Estañados	Clases B, C, D.	Desnudos Clase B, C, D,	Estañados		
						Clase B	Clase C	Clase D
14	--	8,43	8,76	--	8,63	8,96	9,15	--
13	--	6,69	6,96	--	6,82	7,09	7,25	--
12	8,73	5,32	5,51	8,86	5,45	5,64	5,74	--
11	--	4,23	4,40	--	4,30	4,46	4,46	--
10	5,48	3,35	3,48	5,58	3,41	3,54	3,54	--
9	4,33	2,65	2,73	4,43	2,71	2,81	2,81	--
8	3,44	2,10	2,16	3,51	2,14	2,22	2,22	2,23
7	2,73	1,67	1,71	2,79	1,70	1,76	1,76	1,76
6	2,17	1,32	1,36	2,21	1,35	1,40	1,40	1,40
5	1,72	1,05	1,08	1,75	1,07	1,11	1,11	1,11
4	1,36	0,830	0,856	1,39	0,846	0,882	0,882	0,882
3	1,08	0,659	0,679	1,10	0,672	0,699	0,699	0,699
2	0,856	0,522	0,538	0,872	0,531	0,554	0,554	0,554
1	0,679	0,413	0,426	0,692	0,423	0,440	0,440	0,440
1/0	0,538	0,328	0,335	0,551	0,335	0,348	0,348	0,348
2/0	0,426	0,260	0,267	0,436	0,266	0,276	0,276	0,276
3/0	0,338	0,207	0,212	0,344	0,211	0,219	0,219	0,219
4/0	0,269	0,164	0,168	0,274	0,167	0,172	0,174	0,174
250	0,228	--	--	0,232	0,141	0,147	0,147	0,147
300	0,190	--	--	0,194	0,118	0,123	0,123	0,123
350	0,162	--	--	0,166	0,101	0,105	0,105	0,105

* El cableado concéntrico incluye cables comprimidos y compactados.

Resistencia Eléctrica nominal de conductores eléctricos a CD en Ohm/km a 25ºC.

Tamaño o designación AWG/kcmil	Alambres			Cables en cableado concéntrico*				
	Aluminio	Cobre		Aluminio	Cobre			
		Desnudos	Estañados	Clases B, C, D.	Desnudos Clase B, C, D,	Estañados		
						Clase B	Clase C	Clase D
400	0,142	--	--	0,145	0,0882	0,0909	0,0918	0,0918
450	0,126	--	--	0,129	0,0787	0,0807	0,0817	0,0817
500	0,114	--	--	0,116	0,0708	0,0728	0,0735	0,0735
550	--	--	--	0,105	0,0643	0,0669	0,0669	0,0669
600	--	--	--	0,0968	0,0590	0,0613	0,0613	0,0613
650	--	--	--	0,0892	0,0544	0,0561	0,0564	0,0567
700	--	--	--	0,0830	0,0505	0,0522	0,0525	0,0525
750	--	--	--	0,0774	0,0472	0,0485	0,0489	0,0492
800	--	--	--	0,0725	0,0443	0,0456	0,0459	0,0459
900	--	--	--	0,0643	0,0394	0,0403	0,0413	0,0413
1000	--	--	--	0,0581	0,0354	0,0364	0,0364	0,0367
1100	--	--	--	0,0528	0,0322	0,0331	0,0335	0,0335
1200	--	--	--	0,0482	0,0295	0,0303	0,0306	0,0306
1250	--	--	--	0,0462	0,0283	0,0291	0,0294	0,0294
1300	--	--	--	0,0446	0,0272	0,0280	0,0282	0,0283
1400	--	--	--	0,0413	0,0253	0,0260	0,0260	0,0263
1500	--	--	--	0,0387	0,0236	0,0243	0,0243	0,0245
1600	--	--	--	0,0364	0,0221	0,0228	0,0230	0,0230
1700	--	--	--	0,0341	0,0208	0,0214	0,0216	0,0216
1750	--	--	--	0,0331	0,0202	0,0208	0,0210	0,0210
1800	--	--	--	0,0322	0,0196	0,0202	0,0202	0,0204
1900	--	--	--	0,0305	0,0186	0,0192	0,0192	0,0193
2000	--	--	--	0,0290	0,0177	0,0182	0,0182	0,0184

* El cableado concéntrico incluye cables comprimidos y compactados.

Factores de Corrección por Temperatura para obtener la Resistencia Eléctrica de conductores de cobre o aluminio a temperaturas diferentes de 25°C

Temperatura del Conductor	Factores de correción por temperatura	
°C	Cobre	Aluminio
0	0,904	0,901
5	0,923	0,921
10	0,942	0,941
15	0,961	0,960
20	0,981	0,980
25	1,000	1,000
30	1,019	1,020
35	1,038	1,039
40	1,058	1,059
45	1,077	1,079
50	1,096	1,099
55	1,116	1,119
60	1,135	1,138
65	1,154	1,158
70	1,173	1,178
75	1,193	1,198
80	1,212	1,217
85	1,231	1,237
90	1,250	1,257

Ejemplo:
Para corregir la resistencia eléctrica de un cable desnudo de cobre en cableado concéntrico clase B tamaño o designación 1/0 AWG a 75°C, de la tabla de resistencias eléctricas a 25°C se obtienen 0,335 Ohm/km., valor que se corrige usando el factor de 1,193 que aparece arriba para cobre a 75°C, dando 0,400 Ohm/km.

Factores de Conversión CA/CD para calcular la Resistencia Eléctrica de conductores de cobre y aluminio en cableado concéntrico, a 60 Hz

Tamaño o designación AWG/kcmil	Sin cubierta metálica Nota 1		Sin cubierta metálica Nota 1	
	1		1	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
Hasta 3	1,000	1,000	1,00	1,00
2	1,000	1,000	1,01	1,00
1	1,000	1,000	1,01	1,00
1/0	1,001	1,000	1,02	1,00
2/0	1,001	1,001	1,03	1,00
3/0	1,002	1,001	1,04	1,01
4/0	1,004	1,001	1,05	1,01
250	1,005	1,002	1,06	1,02
300	1,006	1,003	1,07	1,02
350	1,009	1,004	1,08	1,03
400	1,011	1,005	1,10	1,04
500	1,018	1,007	1,13	1,06
600	1,025	1,010	1,16	1,08
750	1,039	1,015	1,21	1,11
1000	1,067	1,026	-	1,19
1250	1,102	1,040	-	1,27
1500	1,142	1,058	-	1,36
1750	1,185	1,079	-	1,46
2000	1,233	1,100	-	1,56

Nota 1. Usar la columna 1 para:

1.- Cables monoconductores sin cubierta metálica en el aire o en ductos no metálicos.

2.- Cables monoconductores con cubierta metálica instalados con las cubiertas aisladas, en el aire o en ductos no metálicos (un conductor por ducto).

Nota 2. Usar la columna 2 para:

1.- Cables multiconductores con cubierta metálica.

2.- Cables multiconductores sin cubierta metálica en conduit metálico.

3.- Dos o más cables monoconductores sin cubierta metálica en el mismo conduit metálico.

4.- Cables multiconductores sin cubierta metálica en el aire o en ductos no metálicos.

La columna 2 incluye las correcciones por efecto piel, proximidad y todas las demás pérdidas inductivas en CA.

VIAKON
CONDUCTORES MONTERREY

TABLA PARA LA CORRECION DEL FACTOR DE POTENCIA

FACTOR DE POTENCIA ORIGINAL	FACTOR POTENCIA DESEADO		
	100%	**95%**	**90%**
50%	1,732	1,403	1,248
51	1,687	1,358	1,202
52	1,643	1,314	1,158
53	1,600	1,271	1,116
54	1,559	1,230	1,074
55	1,518	1,189	1,034
56	1,479	1,150	0,995
57	1,442	1,113	0,957
58	1,405	1,076	0,920
59	1,368	1,040	0,884
60	1,333	1,004	0,849
61	1,299	0,970	0,815
62	1,266	0,937	0,781
63	1,233	0,904	0,748
64	1,201	0,872	0,716
65	1,169	0,840	0,685
66	1,138	0,810	0,654
67	1,108	0,799	0,624
68	1,078	0,750	0,594
69	1,049	0,720	0,565
70	1,020	0,691	0,536
71	0,992	0,663	0,507
72	0,964	0,635	0,480
73	0,936	0,608	0,452
74	0,909	0,580	0,425
75	0,882	0,553	0,398
76	0,855	0,527	0,371
77	0,829	0,500	0,344
78	0,802	0,474	0,318
79	0,776	0,447	0,292
80	0,750	0,421	0,266
81	0,724	0,395	0,240
82	0,698	0,369	0,214
83	0,672	0,343	0,188
84	0,646	0,317	0,162
85	0,620	0,291	0,136
86	0,593	0,265	0,109
87	0,567	0,238	0,082
88	0,540	0,211	0,056
89	0,512	0,183	0,028
90	0,484	0,155	
91	0,456	0,127	
92	0,426	0,097	
93	0,395	0,066	
94	0,363	0,034	
95	0,329		
96	0,292		
97	0,251		
98	0,203		
99	0,143		

Alinear el renglón y columna del factor de potencia original y el factor de potencia deseado y obtener en la intersección el factor de corrección. Multiplicar los kilowatts por el factor de corrección obtenido y obtendrá los KVAR requeridos.

Ejemplo: Se tiene una carga de 750 kW a 80% de factor de potencia, y se desea encontrar la cantidad de KVAR del capacitor para corregir el factor de potencia a 95%., de la tabla se determina un factor de multiplicación de 0,421,
Entonces, KVAR capacitivos = 0,421 x 750= 315, 8

Tablas de Ampacidad

Corriente máxima que un conductor
puede transportar continuamente,
bajo las condiciones de uso,
sin exceder su rango de temperatura.



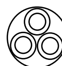
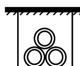
www.viakon.com

Sección 1

Conductores Eléctricos Aislados para Tensiones hasta 2 000 V

Tabla 310-15(b)(16).

Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18**	—	—	14	—	—	—
1.31	16**	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	15	20	25	—	—	—
3.31	12**	20	25	30	—	—	—
5.26	10**	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

Tabla 310-15(b)(2)(a).

Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

** La proteccion contra sobrecorriente de los conductores marcados no deberá exceder de:

- 7 A para designación 18 AWG
- 10 A para designación 16 AWG
- 15 A para designación 14 AWG
- 20 A para designación 12 AWG
- 30 A para designación 10 AWG

Tabla 310-15(b)(17).



Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30 °C*.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18	—	—	14	—	—	—
1.31	16	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	25	30	35	—	—	—
3.31	12**	30	35	40	—	—	—
5.26	10**	40	50	55	—	—	—
8.37	8	60	70	80	—	—	—
13.3	6	80	95	105	60	75	85
21.2	4	105	125	140	80	100	115
26.7	3	120	145	165	95	115	130
33.6	2	140	170	190	110	135	150
42.4	1	165	195	220	130	155	175
53.5	1/0	195	230	260	150	180	205
67.4	2/0	225	265	300	175	210	235
85	3/0	260	310	350	200	240	270
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	500	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	545	615
355	700	630	755	850	500	595	670
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	980	580	700	790
507	1000	780	935	1055	625	750	845
633	1250	890	1065	1200	710	855	965
760	1500	980	1175	1325	795	950	1070
887	1750	1070	1280	1445	875	1050	1185
1013	2000	1155	1385	1560	960	1150	1295

Tabla 310-15(b)(2)(a).

Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

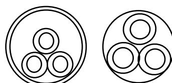
Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

** La proteccion contra sobrecorriente de los conductores marcados no deberá exceder de:

- 15 A para designación 14 AWG
- 20 A para designación 12 AWG
- 30 A para designación 10 AWG

Tabla 310-15(b)(18).

Ampacidades permisibles de conductores aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en canalizaciones o cables y basadas en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm²	AWG o kcmil	Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		COBRE		NIQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NIQUEL	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	34	36	39	—
3.31	12	43	45	54	—
5.26	10	55	60	73	—
8.37	8	76	83	93	—
13.3	6	96	110	117	75
21.2	4	120	125	148	94
26.7	3	143	152	166	109
33.6	2	160	171	191	124
42.4	1	186	197	215	145
53.5	1/0	215	229	244	169
67.4	2/0	251	260	273	198
85	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260

Tabla 310-15(b)(2)(b).

Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						
Temperatura ambiente (°C)	Rango de Temperatura de los Conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90

Tabla 310-15(b)(19).

Ampacidades permisibles de conductores aislados individuales para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C, al aire libre con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm²	AWG o kcmil	Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		COBRE		NIQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NIQUEL	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	46	54	59	—
3.31	12	60	68	78	—
5.26	10	80	90	107	—
8.37	8	106	124	142	—
13.3	6	155	165	205	112
21.2	4	190	220	278	148
26.7	3	214	252	327	170
33.6	2	255	293	381	198
42.4	1	293	344	440	228
53.5	1/0	339	399	532	263
67.4	2/0	390	467	591	305
85	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411

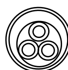
Tabla 310-15(b)(2)(b).

Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						
Temperatura ambiente (°C)	Rango de Temperatura de los Conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90

Tabla B.310.15(B)(2)(1).

Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales con un recubrimiento general (cable multiconductor) en una canalización al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 30 °C



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]		
		60 °C	75 °C	90 °C
mm²	AWG o kcmil	Tipo TW, UF	Tipo RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipo THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE		
2.08	14	16**	18**	21**
3.31	12	20**	24**	27**
5.261	10	27**	33**	36**
8.367	8	36	43	48
13.3	6	48	58	65
21.15	4	66	79	89
26.67	3	76	90	102
33.62	2	88	105	119
42.41	1	102	121	137
53.49	1/0	121	145	163
67.43	2/0	138	166	186
85.01	3/0	158	189	214
107.2	4/0	187	223	253
127	250	205	245	276
152	300	234	281	317
177	350	255	305	345
203	400	274	328	371
253	500	315	378	427
304	600	343	413	468
355	700	376	452	514
380	750	387	466	529
405	800	397	479	543
456	900	415	500	570
507	1000	448	542	617

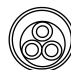
Tabla 310-15(b)(2)(a).

Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:

Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
nov-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Tabla B.310.15(B)(2)(1)continuación.



Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales con un recubrimiento general (cable multiconductor) en una canalización al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]	
		75 °C	90 °C
mm²	AWG o kcmil	Tipo RHW, XHHW	Tipo RHH, RWH-2,USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
2.08	14	—	—
3.31	12	—	—
5.261	10	—	—
8.367	8	—	—
13.3	6	45	51
21.15	4	61	69
26.67	3	70	79
33.62	2	83	93
42.41	1	95	106
53.49	1/0	113	127
67.43	2/0	129	146
85.01	3/0	147	167
107.2	4/0	176	197
127	250	192	217
152	300	221	250
177	350	242	273
203	400	261	295
253	500	303	342
304	600	335	378
355	700	371	420
380	750	384	435
405	800	397	450
456	900	421	477
507	1000	460	521

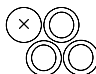
Tabla 310-15(b)(2)(a).

Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:

Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Tabla 310-15(b)(20).



Ampacidades de no más de tres conductores individuales aislados para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, sostenidos por un mensajero, con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]			
		75 °C	90 °C	75 °C	90 °C
mm²	AWG o kcmil	Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, ZW	Tipos MI, THHN, THHW, THHW-LS THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, XHHW	Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2, ZW-2
		COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
8.37	8	57	66	—	—
13.3	6	76	89	59	69
21.2	4	101	117	78	91
26.7	3	118	138	92	107
33.6	2	135	158	106	123
42.4	1	158	185	123	144
53.5	1/0	183	214	143	167
67.4	2/0	212	247	165	193
85	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262
127	250	320	374	251	292
152	300	359	419	282	328
177	350	397	464	312	364
203	400	430	503	339	395
253	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622
456	900	704	826	572	669
507	1000	748	879	612	716

Tabla 310-15(b)(2)(b).

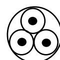
Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:

Temperatura ambiente (°C)	Rango de Temperatura de los Conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90

Tabla B.310.15(B)(2)(3).

Ampacidades de cables multiconductores con no más de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C. (Para cables de los tipos TC, MC, MI, UF y USE).



Tamaño	Designación	Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]			
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0.823	18	—	—	—	11
1.31	16	—	—	—	16
2.08	14	18**	21**	24**	25**
3.31	12	21**	28**	30**	32**
5.261	10	28**	36**	41**	43**
8.367	8	39	50	56	59
13.3	6	52	68	75	79
21.15	4	69	89	100	104
26.67	3	81	104	116	121
33.62	2	92	118	132	138
42.41	1	107	138	154	161
53.49	1/0	124	160	178	186
67.43	2/0	143	184	206	215
85.01	3/0	165	213	238	249
107.2	4/0	190	245	274	287
127	250	212	274	305	320
152	300	237	306	341	357
177	350	261	337	377	394
203	400	281	363	406	425
253	500	321	416	465	487
304	600	354	459	513	538
355	700	387	502	562	589
380	750	404	523	586	615
405	800	415	539	604	633
456	900	438	570	639	670
507	1000	461	601	674	707

Tabla 310-15(b)(2)(b).

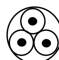
Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.
Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:

Temperatura ambiente (°C)	Rango de Temperatura de los Conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90

**Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente para los tipos de conductores marcados con asterisco (*) no debe ser mayor a 15 amperes para el tamaño del 14 AWG, 20 amperes para el 12 AWG y 30 amperes para el 10 AWG; o 15 amperes para el 12 AWG y 25 amperes para el 10 AWG para los conductores de cobre.

Tabla B.310.15(B)(2)(3).

Ampacidades de cables multiconductores con no más de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C. (Para cables de los tipos TC, MC, MI, UF y USE).



Tamaño	Designación	Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]			
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0.823	18	—	—	—	—
1.31	16	—	—	—	—
2.08	14	—	—	—	—
3.31	12	—	—	—	—
5.261	10	—	—	—	—
8.367	8	—	—	—	—
13.3	6	41	53	59	61
21.15	4	54	70	78	81
26.67	3	63	81	91	95
33.62	2	72	92	103	108
42.41	1	84	108	120	126
53.49	1/0	97	125	139	145
67.43	2/0	111	144	160	168
85.01	3/0	129	166	185	194
107.2	4/0	149	192	214	224
127	250	166	214	239	250
152	300	186	240	268	280
177	350	205	265	296	309
203	400	222	287	317	334
253	500	255	330	368	385
304	600	284	368	410	429
355	700	306	405	462	473
380	750	328	424	473	495
405	800	339	439	490	513
456	900	362	469	514	548
507	1000	385	499	558	584

Tabla 310-15(b)(2)(b).

Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:

Temperatura ambiente (°C)	Rango de Temperatura de los Conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90

**Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente para los tipos de conductores marcados con asterisco (*) no debe ser mayor a 15 amperes para el tamaño del 14 AWG, 20 amperes para el 12 AWG y 30 amperes para el 10 AWG; o 15 amperes para el 12 AWG y 25 amperes para el 10 AWG para los conductores de cobre.



Tabla 310-15(b)(21).

Ampacidades de conductores desnudos o recubiertos, al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C, 80 °C de temperatura total del conductor, y una velocidad del viento de 610 milímetros/segundo

Conductores de cobre				Conductores de Aluminio AAC			
Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos	Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos
mm²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes	mm²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes
8.37	8	98	103	-	-	-	-
13.3	6	124	130	13.3	6	96	101
21.2	4	155	163	21	4	121	127
26.7	2	209	219	33.6	2	163	171
33.6	1/0	282	297	53.5	1/0	220	231
42.4	2/0	329	344	67.4	2/0	255	268
53.5	3/0	382	401	85	3/0	297	312
67.4	4/0	444	466	107	4/0	346	364
85	250	494	519	135	266.8	403	423
107	300	556	584	171	336.4	468	492
127	500	773	812	201	397.5	522	548
152	750	1000	1050	242	477	588	617
177	1000	1193	1253	282	556.5	650	682
	-	-	-	322	636	709	744
	-	-	-	403	795	819	860
	-	-	-	483	954	920	-
	-	-	-	524	1033.5	968	1017
	-	-	-	645	1272	1103	1201
	-	-	-	806	1590	1267	1381
	-	-	-	1013	2000	1454	1527

Tabla B.310.15(B)(2)(5).

Ampacidad de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos no magnéticos (un conductor por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Tamaño o Designación		3 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 3)			9 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 4)		
mm²	AWG o kcmil	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE		
		COBRE								
		RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO
		60	90	120	60	90	120	60	90	120
		LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
		50	100	100	50	100	100	50	100	100
127	250	410	344	327	386	295	275	369	270	252
177	350	503	418	396	472	355	330	446	322	299
253	500	624	511	484	583	431	400	545	387	360
380	750	794	640	603	736	534	494	674	469	434
507	1000	936	745	700	864	617	570	776	533	493
633	1250	1055	832	781	970	686	632	854	581	536
760	1500	1160	907	849	1063	744	685	918	619	571
887	1750	1250	970	907	1142	793	729	975	651	599
1013	2000	1332	1027	959	1213	836	768	1030	683	628
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección								
6–10		1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90		

Figura B. 310-15(B)(2)(2)

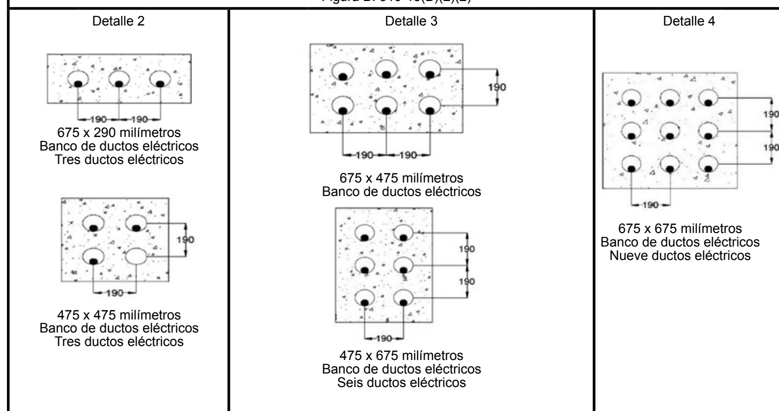


Tabla B.310.15(B)(2)(5)continuación.

Ampacidad de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos no magnéticos (un conductor por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Tamaño o Designación		3 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 3)			9 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 4)		
mm²	AWG o kcmil	Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE		
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE								
		RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO
		60	90	120	60	90	120	60	90	120
		LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
		50	100	100	50	100	100	50	100	100
127	250	320	269	256	302	230	214	288	211	197
177	350	393	327	310	369	277	258	350	252	235
253	500	489	401	379	457	337	313	430	305	284
380	750	626	505	475	581	421	389	538	375	347
507	1000	744	593	557	687	491	453	629	432	399
633	1250	848	668	627	779	551	508	703	478	441
760	1500	941	736	689	863	604	556	767	517	477
887	1750	1026	796	745	937	651	598	823	550	507
1013	2000	1103	850	794	1005	693	636	877	581	535
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección								
6–10		1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90		

Figura B. 310-15(B)(2)(2)

Detalle 2

190 190

675 x 290 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

190 190

475 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

Detalle 3

190 190 190

675 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos

190 190 190

475 x 675 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Seis ductos eléctricos

Detalle 4

190 190 190

675 x 675 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Nueve ductos eléctricos

viakon
CONDUCTORES MONTERREY

Tabla B.310.15(B)(2)(6).

Ampacidades de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Tamaño o Designación		1 Ducto Eléctrico (Fig.B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 3)		
mm²	AWG o kcmil	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE		
		COBRE								
		RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO
		60	90	120	60	90	120	60	90	120
		LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
		50	100	100	50	100	100	50	100	100
8.367	8	58	54	53	56	48	46	53	42	39
13.3	6	77	71	69	74	63	60	70	54	51
21.15	4	101	93	91	96	81	77	91	69	65
33.62	2	132	121	118	126	105	100	119	89	83
42.41	1	154	140	136	146	121	114	137	102	95
53.49	1/0	177	160	156	168	137	130	157	116	107
67.43	2/0	203	183	178	192	156	147	179	131	121
85.01	3/0	233	210	204	221	178	158	205	148	137
107.2	4/0	268	240	232	253	202	190	234	168	155
127	250	297	265	256	280	222	209	258	184	169
177	350	363	321	310	340	267	250	312	219	202
253	500	444	389	375	414	320	299	377	261	240
380	750	552	478	459	511	388	362	462	314	288
507	1000	628	539	518	579	435	405	522	351	321
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección								
6–10		1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90		

Figura B. 310-15(B)(2)(2)

Detalle 1

Detalle 1

290 x 290 milímetros
Banco de una vía
Un Ducto eléctrico

Detalle 2

190 190

675 x 290 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

190
190

475 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

Detalle 3

190
190 190

675 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos

190
190
190

475 x 675 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Seis ductos eléctricos

Tabla B.310.15(B)(2)(6)continuación.

Ampacidades de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Tamaño o Designación		1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 3)		
mm²	AWG o kcmil	Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE		
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE								
		RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100
8.367	8	45	42	41	43	37	36	41	32	30
13.3	6	60	55	54	57	49	47	54	42	39
21.15	4	78	72	71	75	63	60	71	54	51
33.62	2	103	94	92	98	82	78	92	70	65
42.41	1	120	109	106	114	94	89	107	79	74
53.49	1/0	138	125	122	131	107	101	122	90	84
67.43	2/0	158	143	139	150	122	115	140	102	95
85.01	3/0	182	164	159	172	139	131	160	116	107
107.2	4/0	209	187	182	198	158	149	183	131	121
127	250	233	207	201	219	174	163	202	144	132
177	350	285	252	244	267	209	196	245	172	158
253	500	352	308	297	328	254	237	299	207	190
380	750	446	386	372	413	314	293	374	254	233
507	1000	521	447	430	480	361	336	433	291	266
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección								
6–10		1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90		

Figura B. 310-15(B)(2)(2)

Detalle 1

Detalle 1
290 x 290 milímetros
Banco de una vía
Un Ducto eléctrico

Detalle 2

675 x 290 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

475 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

Detalle 3

675 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos

475 x 675 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Seis ductos eléctricos

Tabla B.310.15(B)(2)(7).

Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente del suelo de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Tamaño o Designación		1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 3)		
		Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE		
mm²	AWG o kcmil	COBRE								
		RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO
		60	90	120	60	90	120	60	90	120
		LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
		50	100	100	50	100	100	50	100	100
8.367	8	63	58	57	61	51	49	57	44	41
13.3	6	84	77	75	80	67	63	75	56	53
21.15	4	111	100	98	105	86	81	98	73	67
26.67	3	129	116	113	122	99	94	113	83	77
33.62	2	147	132	128	139	112	106	129	93	86
42.41	1	171	153	148	161	128	121	149	106	98
53.49	1/0	197	175	169	185	146	137	170	121	111
67.43	2/0	226	200	193	212	166	156	194	136	126
85.01	3/0	260	228	220	243	189	177	222	154	142
107.2	4/0	301	263	253	280	215	201	255	175	161
127	250	334	290	279	310	236	220	281	192	176
152	300	373	321	308	344	260	242	310	210	192
177	350	409	351	337	377	283	264	340	228	209
203	400	442	376	361	394	302	280	368	243	223
253	500	503	427	409	460	341	316	412	273	249
304	600	552	468	447	511	371	343	457	296	270
355	700	602	509	486	553	402	371	492	319	291
380	750	632	529	505	574	417	385	509	330	301
405	800	654	544	520	597	428	395	527	338	308
456	900	692	575	549	628	450	415	554	355	323
507	1000	730	605	576	659	472	435	581	372	338
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección								
6–10		1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90		

Figura B. 310-15(B)(2)(2)

Detalle 1

Detalle 1

290 x 290 milímetros
Banco de una vía
Un ducto eléctrico

Detalle 2

190 190

675 x 290 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

190 190

475 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

Detalle 3

190 190 190

675 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos

190 190 190

475 x 675 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Seis ductos eléctricos

Tabla B.310.15(B)(2)(7)continuación.

Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente del suelo de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Tamaño o Designación		1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. .310.15(B)(2)(2), Detalle 3)		
mm²	AWG o kcmil	Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE		
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE								
		RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100
8.367	8	49	45	44	47	40	38	45	34	32
13.3	6	66	60	58	63	52	49	59	44	41
21.15	4	86	78	76	79	67	63	77	57	52
26.67	3	101	91	89	83	77	73	84	65	60
33.62	2	115	103	100	108	87	82	101	73	67
42.41	1	133	119	115	126	100	94	116	83	77
53.49	1/0	153	136	132	144	114	107	133	94	87
67.43	2/0	176	156	151	165	130	121	151	106	98
85.01	3/0	203	178	172	189	147	138	173	121	111
107.2	4/0	235	205	198	219	168	157	199	137	126
127	250	261	227	218	242	185	172	220	150	137
152	300	293	252	242	272	204	190	245	165	151
177	350	321	276	265	296	222	207	266	179	164
203	400	349	297	284	321	238	220	288	191	174
253	500	397	338	323	364	270	250	326	216	197
304	600	446	373	356	408	296	274	365	236	215
355	700	488	408	389	443	321	297	394	255	232
380	750	508	425	405	461	334	309	409	265	241
405	800	530	439	418	481	344	318	427	273	247
456	900	563	466	444	510	365	337	450	288	261
507	1000	597	494	471	538	385	355	475	304	276
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección								
6–10		1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90		

Figura B. 310-15(B)(2)(2)

Detalle 1

290 x 290 milímetros
Banco de una vía
Un ducto eléctrico

Detalle 2

675 x 290 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

475 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Tres ductos eléctricos

Detalle 3

675 x 475 milímetros
Banco de ductos eléctricos

475 x 675 milímetros
Banco de ductos eléctricos
Seis ductos eléctricos

Tabla B.310.15(B)(2)(8).

Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales, cableados dentro de un recubrimiento general (dos o tres conductores) directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica de 90 (Rho)

Tamaño o Designación		1 Cable (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 6)	
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS			
		UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE
		COBRE			
8.367	8	64	75	60	70
13.3	6	85	100	81	95
21.15	4	107	125	100	117
33.62	2	137	161	128	150
42.41	1	155	182	145	170
53.49	1/0	177	208	165	193
67.43	2/0	201	236	188	220
85.01	3/0	229	269	213	250
107.2	4/0	259	304	241	282
127	250	—	333	—	308
177	350	—	401	—	370
253	500	—	481	—	442
380	750	—	585	—	535
507	1000	—	657	—	600
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección			
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90

NOTA: Para las ampacidades de los cables del tipo UF en conductos eléctricos subterráneos, multiplicar las ampacidades mostradas en esta tabla por 0.74

600

Detalle 5
Cable enterrado
de tres conductores

Detalle 6
Cables enterrados
de tres conductores

Tabla B.310.15(B)(2)(8)continuación.

Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales, cableados dentro de un recubrimiento general (dos o tres conductores) directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica de 90 (Rho)

Tamaño o Designación		1 Cable (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 6)	
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS			
		UF	RHW, XHHW, USE	UF	RHW, XHHW, USE
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	51	59	47	55
13.3	6	68	75	60	70
21.15	4	83	97	78	91
33.62	2	107	126	110	117
42.41	1	121	142	113	132
53.49	1/0	138	162	129	151
67.43	2/0	157	184	146	171
85.01	3/0	179	210	166	195
107.2	4/0	203	238	188	220
127	250	—	261	—	241
177	350	—	315	—	290
253	500	—	381	—	350
380	750	—	473	—	433
507	1000	—	545	—	497
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección			
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90

NOTA: Para las ampacidades de los cables del tipo UF en conductos eléctricos subterráneos, multiplicar las ampacidades mostradas en esta tabla por 0.74



Detalle 5
Cable enterrado
de tres conductores

Detalle 6
Cables enterrados
de tres conductores

Tabla B.310.15(B)(2)(9).

"Ampacidades de tres ternas de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

Tamaño o Designación		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 7		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 8	
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS			
		UF	USE	UF	USE
		COBRE			
8.367	8	72	84	66	77
13.3	6	91	107	84	99
21.15	4	119	139	109	128
33.62	2	153	179	140	164
42.41	1	173	203	159	186
53.49	1/0	197	231	181	212
67.43	2/0	223	262	205	240
85.01	3/0	254	298	232	272
107.2	4/0	289	339	263	308
127	250	—	370	—	336
177	350	—	445	—	403
253	500	—	536	—	483
380	750	—	654	—	587
507	1000	—	744	—	665
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección			
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90



Detalle 7
Terna de cables
enterrados (1 circuito)



Detalle 8
Terna de cables
enterrados (2 circuitos)

Tabla B.310.15(B)(2)(9)continuación.

"Ampacidades de tres ternas de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

Tamaño o Designación		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 7		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 8	
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS			
		UF	USE	UF	USE
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	55	65	51	60
13.3	6	72	84	66	77
21.15	4	92	108	85	100
33.62	2	119	139	109	128
42.41	1	135	158	124	145
53.49	1/0	154	180	141	165
67.43	2/0	175	205	159	187
85.01	3/0	199	233	181	212
107.2	4/0	226	265	206	241
127	250	—	370	—	336
177	350	—	445	—	403
253	500	—	536	—	483
380	750	—	654	—	587
507	1000	—	744	—	665
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección			
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90



Detalle 7
Terna de cables
enterrados (1 circuito)



Detalle 8
Terna de cables
enterrados (2 circuitos)

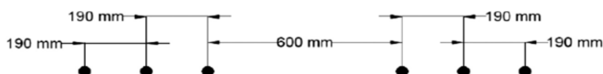
Tabla B.310.15(B)(2)(10).

Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

Tamaño o Designación		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 9		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 10	
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS			
		UF	USE	UF	USE
		COBRE			
8.367	8	84	98	78	92
13.3	6	107	126	101	118
21.15	4	139	163	130	152
33.62	2	178	209	165	194
42.41	1	201	236	187	219
53.49	1/0	230	270	212	249
67.43	2/0	261	306	241	283
85.01	3/0	297	348	274	321
107.2	4/0	336	394	309	362
127	250	—	429	—	394
177	350	—	516	—	474
253	500	—	626	—	572
380	750	—	767	—	700
507	1000	—	887	—	808
633	1250	—	979	—	891
760	1500	—	1063	—	965
887	1750	—	1133	—	1027
1013	2000	—	1195	—	1082
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección			
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90



Detalle 9
Cables de un solo conductor
enterrados (1 circuito)



Detalle 10
Cables de un solo conductor
enterrados (2 circuitos)

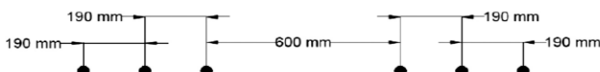
Tabla B.310.15(B)(2)(10)continuación.

Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

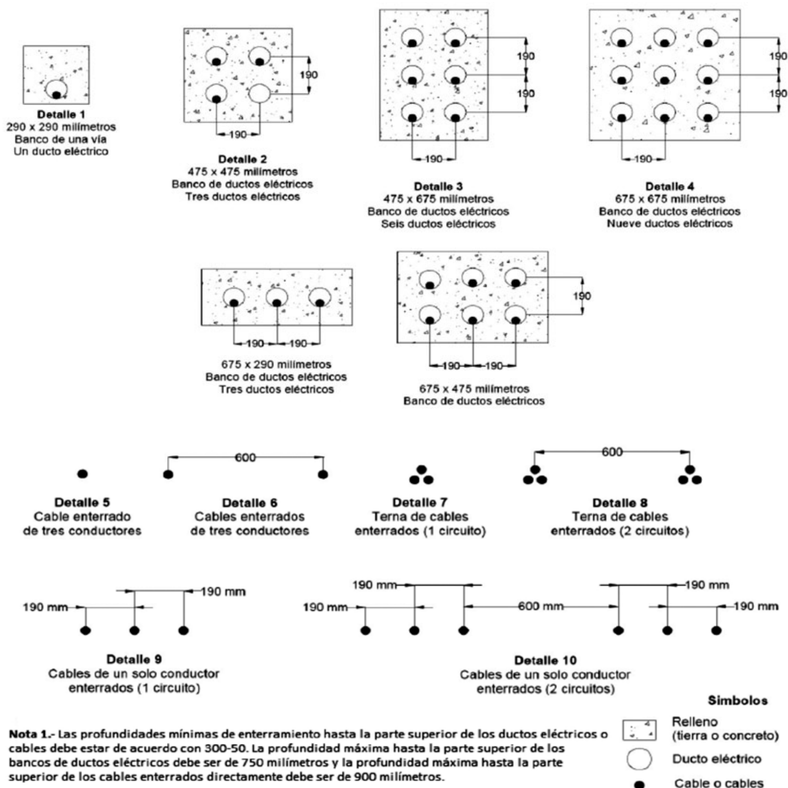
Tamaño o Designación		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 9		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 10	
mm²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS			
		UF	USE	UF	USE
		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	66	77	61	72
13.3	6	84	98	78	92
21.15	4	108	127	101	118
33.62	2	139	163	129	151
42.41	1	157	184	146	171
53.49	1/0	179	210	165	194
67.43	2/0	204	239	188	220
85.01	3/0	232	272	213	250
107.2	4/0	262	307	241	283
127	250	—	335	—	308
177	350	—	403	—	370
253	500	—	490	—	448
380	750	—	605	—	552
507	1000	—	706	—	642
633	1250	—	787	—	716
760	1500	—	862	—	783
887	1750	—	930	—	843
1013	2000	—	990	—	897
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección			
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90



Detalle 9
Cables de un solo conductor
enterrados (1 circuito)



Detalle 10
Cables de un solo conductor
enterrados (2 circuitos)



Nota 1.- Las profundidades mínimas de enterramiento hasta la parte superior de los ductos eléctricos o cables debe estar de acuerdo con 300-50. La profundidad máxima hasta la parte superior de los bancos de ductos eléctricos debe ser de 750 milímetros y la profundidad máxima hasta la parte superior de los cables enterrados directamente debe ser de 900 milímetros.

Nota 2.- Todas las acotaciones de esta figura están en milímetros.

Figura B. 310-15(B)(2)(2).- Dimensiones de la instalación de cables para usarlas con las Tablas B.310.15(B)(2)(5) hasta la Tabla B.310.15(B)(2)(10)

Sección 2

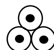
Conductores Eléctricos Aislados para Tensiones de 5 a 35 kV

viakon®
CONDUCTORES MONTERREY

www.viakon.com

Tabla 310-60(c)(67).

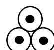
Ampacidad permisible de cables monoconductores de cobre aislados en configuración tríplex al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	65	74	-	-
13.3	6	90	99	100	110
21.2	4	120	130	130	140
33.6	2	160	175	170	195
42.4	1	185	205	195	225
53.5	1/0	215	240	225	255
67.4	2/0	250	275	260	295
85	3/0	290	320	300	340
107	4/0	335	375	345	390
127	250	375	415	380	430
177	350	465	515	470	525
253	500	580	645	580	650
380	750	750	835	730	820
507	1000	880	980	850	950

Tabla 310-60(c)(68).

Ampacidad de cables de ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire ambiente de 40 °C*



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
13.3	6	70	77	75	84
21.2	4	90	100	100	110
33.6	2	125	135	130	150
42.4	1	145	160	150	175
53.5	1/0	170	185	175	200
67.4	2/0	195	215	200	230
85	3/0	225	250	230	265
107	4/0	265	290	270	305
127	250	295	325	300	335
177	350	365	405	370	415
253	500	460	510	460	515
380	750	600	665	590	660
507	1000	715	800	700	780

* Ampacidades para temperaturas ambiente diferentes a la especificada en la tabla, se deben corregir de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Tabla 310-60(c)(69).



Ampacidad de conductores de cobre individuales, aislados, y separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]					
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-15000 volts		Ampacidad para 15001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
		90	105	90	105	90	105
8.37	8	83	93	-	-	-	-
13.3	6	110	120	110	125	-	-
21.2	4	145	160	150	165	-	-
33.6	2	190	215	195	215	-	-
42.4	1	225	250	225	250	225	250
53.5	1/0	260	290	260	290	260	290
67.4	2/0	300	330	300	335	300	330
85	3/0	345	385	345	385	345	380
107	4/0	400	445	400	445	395	445
127	250	445	495	445	495	440	490
177	350	550	615	550	610	545	605
253	500	695	775	685	765	680	755
380	750	900	1000	885	990	870	970
507	1000	1075	1200	1060	1185	1040	1160
633	1250	1230	1370	1210	1350	1185	1320
760	1500	1365	1525	1345	1500	1315	1465
887	1750	1495	1665	1470	1640	1430	1595
1010	2000	1605	1790	1575	1755	1535	1710

Tabla 310-60(c)(70).



Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C (104 °C) y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

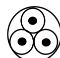
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]					
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-15000 volts		Ampacidad para 15001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
		90	105	90	105	90	105
13.3	6	85	95	87	97	-	-
21.2	4	115	125	115	130	-	-
33.6	2	150	165	150	170	-	-
42.4	1	175	195	175	195	175	195
53.5	1/0	200	225	200	225	200	225
67.4	2/0	230	260	235	260	230	260
85	3/0	270	300	270	300	270	300
107	4/0	310	350	310	350	310	345
127	250	345	385	345	385	345	380
177	350	430	480	430	480	430	475
253	500	545	605	535	600	530	590
380	750	710	790	700	780	685	765
507	1000	855	950	840	940	825	920
633	1250	980	1095	970	1080	950	1055
760	1500	1105	1230	1085	1215	1060	1180
887	1750	1215	1355	1195	1335	1165	1300
1010	2000	1320	1475	1295	1445	1265	1410

* Ampacidades para temperaturas ambiente diferentes a la especificada en la tabla, se deben corregir de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Tabla 310-60(c)(71).

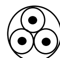
Ampacidad de cables de tres conductores de cobre, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	59	66	-	-
13.3	6	79	88	93	105
21.2	4	105	115	120	135
33.6	2	140	154	165	185
42.4	1	160	180	185	210
53.5	1/0	185	205	215	240
67.4	2/0	215	240	245	275
85	3/0	250	280	285	315
107	4/0	285	320	325	360
127	250	320	355	360	400
177	350	395	440	435	490
253	500	485	545	535	600
380	750	615	685	670	745
507	1000	705	790	770	860

Tabla 310-60(c)(72).

Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente de 40 °C*ambiente del aire de 40 °C*



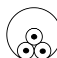
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
13.3	6	61	68	72	80
21.2	4	81	90	95	105
33.6	2	110	120	125	145
42.4	1	125	140	145	165
53.5	1/0	145	160	170	185
67.4	2/0	170	185	190	215
85	3/0	195	215	220	245
107	4/0	225	250	255	285
127	250	250	280	280	315
177	350	310	345	345	385
253	500	385	430	425	475
380	750	495	550	540	600
507	1000	585	650	635	705

* Ampacidades para temperaturas ambiente diferentes a la especificada en la tabla, se deben corregir de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Tabla 310-60(c)(73).

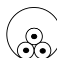
Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de cobre, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	55	61	-	-
13.3	6	75	84	83	93
21.2	4	97	110	110	120
33.6	2	130	145	150	165
42.4	1	155	175	170	190
53.5	1/0	180	200	195	215
67.4	2/0	205	225	225	255
85	3/0	240	270	260	290
107	4/0	280	305	295	330
127	250	315	355	330	365
177	350	385	430	395	440
253	500	475	530	480	535
380	750	600	665	585	655
507	1000	690	770	675	755

Tabla 310-60(c)(74).

Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de aluminio, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*



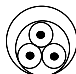
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
13.3	6	58	65	65	72
21.2	4	76	85	84	94
33.6	2	100	115	115	130
42.4	1	120	135	130	150
53.5	1/0	140	155	150	170
67.4	2/0	160	175	175	200
85	3/0	190	210	200	225
107	4/0	215	240	230	260
127	250	250	280	255	290
177	350	305	340	310	350
253	500	380	425	385	430
380	750	490	545	485	540
507	1000	580	645	565	640

* Ampacidades para temperaturas ambiente diferentes a la especificada en la tabla, se deben corregir de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Tabla 310-60(c)(75).

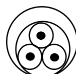
Ampacidad de cables de tres conductores de cobre aislados y en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*



Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	52	58	-	-
13.3	6	69	77	83	92
21.2	4	91	100	105	120
33.6	2	125	135	145	165
42.4	1	140	155	165	185
53.5	1/0	165	185	195	215
67.4	2/0	190	210	220	245
85	3/0	220	245	250	280
107	4/0	255	285	290	320
127	250	280	315	315	350
177	350	350	390	385	430
253	500	425	475	470	525
380	750	525	585	570	635
507	1000	590	660	650	725

Tabla 310-60(c)(76).

Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio aislados, en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*



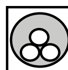
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
13.3	6	53	59	64	71
21.2	4	71	79	84	94
33.6	2	96	105	115	125
42.4	1	110	125	130	145
53.5	1/0	130	145	150	170
67.4	2/0	150	165	170	190
85	3/0	170	190	195	220
107	4/0	200	225	225	255
127	250	220	245	250	280
177	350	275	305	305	340
253	500	340	380	380	425
380	750	430	480	470	520
507	1000	505	560	550	615

* Ampacidades para temperaturas ambiente diferentes a la especificada en la tabla, se deben corregir de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Tabla 310-60(c)(77). (detalle 1)

Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C



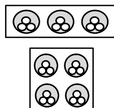
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	64	69	-	-
13.3	6	85	92	90	97
21.2	4	110	120	115	125
33.6	2	145	155	155	165
42.4	1	170	180	175	185
53.5	1/0	195	210	200	215
67.4	2/0	220	235	230	245
85	3/0	250	270	260	275
107	4/0	290	310	295	315
127	250	320	345	325	345
177	350	385	415	390	415
253	500	470	505	465	500
380	750	585	630	565	610
507	1000	670	720	640	690

Tabla 310-60(c)(78). (detalle 1)

Ampacidad de tres conductores de aluminio, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
13.3	6	66	71	70	75
21.2	4	86	93	91	98
33.6	2	115	125	120	130
42.4	1	130	140	135	145
53.5	1/0	150	160	155	165
67.4	2/0	170	185	175	190
85	3/0	195	210	200	215
107	4/0	225	245	230	245
127	250	250	270	250	270
177	350	305	325	305	330
253	500	370	400	370	400
380	750	470	505	455	490
507	1000	545	590	525	565

Tabla 310-60(c)(77). (detalle 2)



Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	56	60	-	-
13.3	6	73	79	77	83
21.2	4	95	100	99	105
33.6	2	125	130	130	135
42.4	1	140	150	145	155
53.5	1/0	160	175	165	175
67.4	2/0	185	195	185	200
85	3/0	210	225	210	225
107	4/0	235	255	240	255
127	250	260	280	260	280
177	350	315	335	310	330
253	500	375	405	370	395
380	750	460	495	440	475
507	1000	525	565	495	535

Tabla 310-60(c)(78). (detalle 2)

Ampacidad de tres conductores de aluminio, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	44	47	-	-
13.3	6	57	61	60	65
21.2	4	74	80	77	83
33.6	2	96	105	100	105
42.4	1	110	120	110	120
53.5	1/0	125	135	125	140
67.4	2/0	145	155	145	155
85	3/0	160	175	165	175
107	4/0	185	200	185	200
127	250	205	220	200	220
177	350	245	265	245	260
253	500	295	320	290	315
380	750	370	395	355	385
507	1000	425	460	405	440

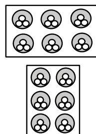


Tabla 310-60(c)(77).(detalle 3)

Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	48	52	-	-
13.3	6	62	67	64	68
21.2	4	80	86	82	88
33.6	2	105	110	105	115
42.4	1	115	125	120	125
53.5	1/0	135	145	135	145
67.4	2/0	150	160	150	165
85	3/0	170	185	170	185
107	4/0	195	210	190	205
127	250	210	225	210	225
177	350	250	270	245	265
253	500	300	325	290	310
380	750	365	395	350	375
507	1000	410	445	390	415

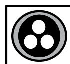
Tabla 310-60(c)(78). (detalle 3)

Ampacidad de tres conductores de aluminio, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	38	41	-	-
13.3	6	48	52	50	54
21.2	4	62	67	64	69
33.6	2	80	86	80	88
42.4	1	91	98	90	99
53.5	1/0	105	110	105	110
67.4	2/0	115	125	115	125
85	3/0	135	145	130	145
107	4/0	150	165	150	160
127	250	165	180	165	175
177	350	195	210	195	210
253	500	240	255	230	250
380	750	290	315	280	305
507	1000	335	360	320	345

Tabla 310-60(c)(79). (detalle 1)

Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C



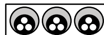
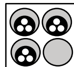
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	59	64	-	-
13.3	6	78	84	88	95
21.2	4	100	110	115	125
33.6	2	135	145	150	160
42.4	1	155	165	170	185
53.5	1/0	175	190	195	210
67.4	2/0	200	220	220	235
85	3/0	230	250	250	270
107	4/0	265	285	285	305
127	250	290	315	310	335
177	350	355	380	375	400
253	500	430	460	450	485
380	750	530	570	545	585
507	1000	600	645	615	660

Tabla 310-60(c)(80). (detalle 1)

Ampacidad de tres conductores de aluminio aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	46	50	-	-
13.3	6	61	66	69	74
21.2	4	80	86	89	96
33.6	2	105	110	115	125
42.4	1	120	130	135	145
53.5	1/0	140	150	150	165
67.4	2/0	160	170	170	185
85	3/0	180	195	195	210
107	4/0	205	220	220	240
127	250	230	245	245	265
177	350	280	310	295	315
253	500	340	365	355	385
380	750	425	460	440	475
507	1000	495	535	510	545

Tabla 310-60(c)(79). (detalle 2)

Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

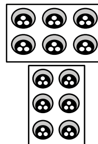
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	53	57	-	-
13.3	6	69	74	75	81
21.2	4	89	96	97	105
33.6	2	115	125	125	135
42.4	1	135	145	140	155
53.5	1/0	150	165	160	175
67.4	2/0	170	185	185	195
85	3/0	195	210	205	220
107	4/0	225	240	230	250
127	250	245	265	255	270
177	350	295	315	305	325
253	500	355	380	360	385
380	750	430	465	430	465
507	1000	485	520	485	515

Tabla 310-60(c)(80). (detalle 2)

Ampacidad de tres conductores de aluminio aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	41	44	-	-
13.3	6	54	58	59	64
21.2	4	70	75	75	81
33.6	2	90	97	100	105
42.4	1	105	110	110	120
53.5	1/0	120	125	125	135
67.4	2/0	135	145	140	155
85	3/0	155	165	160	175
107	4/0	175	185	180	195
127	250	190	205	200	215
177	350	230	250	240	255
253	500	280	300	285	305
380	750	345	375	350	375
507	1000	400	430	400	430

Tabla 310-60(c)(79). (detalle 3)



Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	46	50	-	-
13.3	6	60	65	63	68
21.2	4	77	83	81	87
33.6	2	98	105	105	110
42.4	1	110	120	115	125
53.5	1/0	125	135	130	145
67.4	2/0	145	155	150	160
85	3/0	165	175	170	180
107	4/0	185	200	190	200
127	250	200	220	205	220
177	350	240	270	245	275
253	500	290	310	290	305
380	750	350	375	340	365
507	1000	390	420	380	405

Tabla 310-60(c)(80). (detalle 3)

Ampacidad de tres conductores de aluminio aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	36	39	-	-
13.3	6	46	50	49	53
21.2	4	60	65	63	68
33.6	2	77	83	80	86
42.4	1	87	94	90	98
53.5	1/0	99	105	105	110
67.4	2/0	110	120	115	125
85	3/0	130	140	130	140
107	4/0	145	155	150	160
127	250	160	170	160	170
177	350	190	205	190	205
253	500	230	245	230	245
380	750	280	305	275	295
507	1000	320	345	315	335

Tabla 310-60(c)(81).



Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	110	115	-	-
13.3	6	140	150	130	140
21.2	4	180	195	170	180
33.6	2	230	250	210	225
42.4	1	260	280	240	260
53.5	1/0	295	320	275	295
67.4	2/0	335	365	310	335
85	3/0	385	415	355	380
107	4/0	435	465	405	435
127	250	470	510	440	475
177	350	570	615	535	575
253	500	690	745	650	700
380	750	845	910	805	865
507	1000	980	1055	930	1005

Tabla 310-60(c)(82).

Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados , con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	85	90	-	-
13.3	6	110	115	100	110
21.2	4	140	150	130	140
33.6	2	180	195	165	175
42.4	1	205	220	185	200
53.5	1/0	230	250	215	230
67.4	2/0	265	285	245	260
85	3/0	300	320	275	295
107	4/0	340	365	315	340
127	250	370	395	345	370
177	350	445	480	415	450
253	500	540	580	510	545
380	750	665	720	635	680
507	1000	780	840	740	795

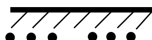


Tabla 310-60(c)(81).

Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

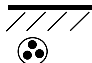
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					
8.37	8	100	110	-	-
13.3	6	130	140	120	130
21.2	4	165	180	160	170
33.6	2	215	230	195	210
42.4	1	240	260	225	240
53.5	1/0	275	295	255	275
67.4	2/0	310	335	290	315
85	3/0	355	380	330	355
107	4/0	400	430	375	405
127	250	435	470	410	440
177	350	520	560	495	530
253	500	630	680	600	645
380	750	775	835	740	795
507	1000	890	960	855	920

Tabla 310-60(c)(82).

Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados , con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					
8.37	8	80	85	-	-
13.3	6	100	110	95	100
21.2	4	130	140	125	130
33.6	2	165	180	155	165
42.4	1	190	200	175	190
53.5	1/0	215	230	200	215
67.4	2/0	245	260	225	245
85	3/0	275	295	255	275
107	4/0	310	335	290	315
127	250	340	365	320	345
177	350	410	440	385	415
253	500	495	530	470	505
380	750	610	655	580	625
507	1000	710	765	680	730

Tabla 310-60(c)(83).



Ampacidad de tres conductores de cobre, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

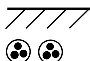
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	85	89	-	-
13.3	6	105	115	115	120
21.2	4	135	150	145	155
33.6	2	180	190	185	200
42.4	1	200	215	210	225
53.5	1/0	230	245	240	255
67.4	2/0	260	280	270	290
85	3/0	295	320	305	330
107	4/0	335	360	350	375
127	250	365	395	380	410
177	350	440	475	460	495
253	500	530	570	550	590
380	750	650	700	665	720
507	1000	730	785	750	810

Tabla 310-60(c)(84).

Ampacidad de tres conductores de aluminio, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	65	70	-	-
13.3	6	80	88	90	95
21.2	4	105	115	115	125
33.6	2	140	150	145	155
42.4	1	155	170	165	175
53.5	1/0	180	190	185	200
67.4	2/0	205	220	210	225
85	3/0	230	250	240	260
107	4/0	260	280	270	295
127	250	285	310	300	320
177	350	345	375	360	390
253	500	420	450	435	470
380	750	520	560	540	580
507	1000	600	650	620	665

Tabla 310-60(c)(83).



Ampacidad de tres conductores de cobre, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

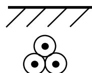
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	80	84	-	-
13.3	6	100	105	105	115
21.2	4	130	140	135	145
33.6	2	165	180	170	185
42.4	1	185	200	195	210
53.5	1/0	215	230	220	235
67.4	2/0	240	260	250	270
85	3/0	275	295	280	305
107	4/0	310	335	320	345
127	250	340	365	350	375
177	350	410	440	420	450
253	500	490	525	500	535
380	750	595	640	605	650
507	1000	665	715	675	730

Tabla 310-60(c)(84).

Ampacidad de tres conductores de aluminio, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	60	66	-	-
13.3	6	75	83	80	95
21.2	4	100	110	105	115
33.6	2	130	140	135	145
42.4	1	145	155	150	165
53.5	1/0	165	180	170	185
67.4	2/0	190	205	195	210
85	3/0	215	230	220	240
107	4/0	245	260	250	270
127	250	265	285	275	295
177	350	320	345	330	355
253	500	385	415	395	425
380	750	480	515	485	525
507	1000	550	590	560	600

Tabla 310-60(c)(85).



Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

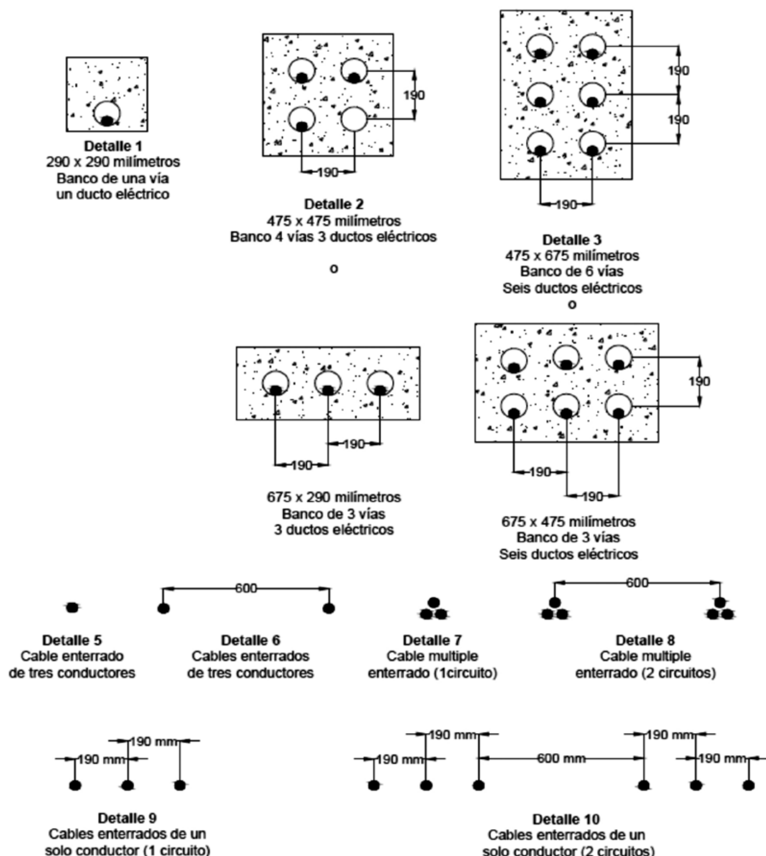
Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	90	95	-	-
13.3	6	120	130	115	120
21.2	4	150	165	150	160
33.6	2	195	205	190	205
42.4	1	225	240	215	230
53.5	1/0	255	270	245	260
67.4	2/0	290	310	275	295
85	3/0	330	360	315	340
107	4/0	375	405	360	385
127	250	410	445	390	410
177	350	490	580	470	505
253	500	590	635	565	605
380	750	725	780	685	740
507	1000	825	885	770	830

Tabla 310-60(c)(86).

Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	70	75	-	-
13.3	6	90	100	90	95
21.2	4	120	130	115	125
33.6	2	155	165	145	155
42.4	1	175	190	165	175
53.5	1/0	200	210	190	205
67.4	2/0	225	240	215	230
85	3/0	255	275	245	265
107	4/0	290	310	280	305
127	250	320	350	305	325
177	350	385	420	370	400
253	500	465	500	445	480
380	750	580	625	550	590
507	1000	670	725	635	680

Figura 310-60.- Dimensiones de instalación de cables para uso con las Tablas 310-60c)(77) a 310-60c)(86).



Nota 1.- Las profundidades mínimas de enterramiento hasta la parte superior de los ductos eléctricos o cables debe estar de acuerdo con 300-50. La profundidad máxima hasta la parte superior de los bancos de ductos eléctricos debe ser de 750 milímetros y la profundidad máxima hasta la parte superior de los cables enterrados directamente desde ser de 900 milímetros

Nota 2.- Todas las acotaciones de esta figura estan en milímetros

Simbolos

Relleno (tierra o concreto)

Ducto eléctrico

Cable o cables

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA, PARA LA AMPACIDAD DE CONDUCTORES.

Aplicación de factores de corrección por temperatura ambiente para obtener la ampacidad de conductores eléctricos aislados, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (utilización).

Según el artículo 310-15 de la NOM-001-SEDE (Relativo a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de servicio y seguridad para las personas y su patrimonio) la ampacidad de los conductores eléctricos aislados, hasta 35,000 V, puede determinarse por dos métodos:

1. Uso de tablas con sus correspondientes notas y factores de corrección: método sencillo y rápido pero limitado ya que las tablas se calculan únicamente para valores específicos de los parámetros involucrados.
2. Cálculo. Este método puede ser difícil y tardado pero si se hace correctamente, proporciona valores matemáticamente exactos. No se requieren factores de corrección pues en el cálculo se emplean los parámetros reales, pero se necesita supervisión de ingeniería y en muchos casos, un programa de cálculo por computadora.

Si se opta por el primer método se pueden usar las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(21) (conductores aislados hasta 2,000 V) o las tablas 310-15(b)(67) a 310-15(b)(86) (conductores aislados de 2,001 a 35,000 V). Como se dijo antes, estas tablas están calculadas fijando valores de referencia para algunos parámetros (temperaturas del conductor y ambiente, por ejemplo).

En las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(21), se tomaron dos valores de referencia para la temperaturas ambiente (del aire o del terreno) de 30 °C y 40 °C. Si la temperatura ambiente real es diferente de este valor, se requiere corregir las ampacidades contenidas en las tablas, para lo cual se utilizan los factores que aparecen en la parte inferior de las mismas.

En lo que se refiere a las tablas 310-15(b)(67) a 310-15(b)(86), los factores de corrección se deben calcular usando la fórmula que aparece en la Nota 1 de dichas tablas. Ver fórmula (3) de este artículo.

Cuando se trata de conductores aislados hasta 2,000 V, el caso más simple se presenta cuando el conductor opera a la misma temperatura de su clase térmica (Nota 2), ya que los factores de corrección por temperatura son los que aparecen en la misma columna de donde se obtuvo su ampacidad.

Sin embargo, cuando el conductor debe funcionar a una temperatura inferior a la de su clase térmica (Nota 3), se presenta la duda de cuál columna usar para determinar los factores de corrección: la correspondiente a la temperatura de operación real del conductor, o la de la clase térmica del cable.

En el análisis que sigue se demostrará que los factores de corrección que se deben usar son los de la columna correspondiente a la temperatura a la cual está operando realmente el conductor y no los de la columna correspondiente a la clase térmica (temperatura máxima de operación) del conductor aislado.

Las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(21) de la NOM-001-SEDE contienen valores de ampacidad de los principales tipos de conductores eléctricos aislados hasta 2,000 V, instalados en diversas formas y funcionando a distintas temperaturas de operación.

Estos valores se calcularon en base a la siguiente fórmula general, que expresa la ampacidad de un conductor eléctrico:

Art. 310-15. c)

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_{cc}\left(1 + Y_c\right) \times R_{ca}}} \times 10^3 \text{ , } Amperes$$

En donde:

T_c = Temperatura del conductor (°C)

T_a = Temperatura ambiente (°C)

R_{cc} = Resistencia de corriente continua del conductor a la temperatura T_c

Y_c = Componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad

R_{ca} = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea

La ecuación anterior expresa que la ampacidad de un conductor eléctrico en régimen de operación normal y en estado estable:

- Es directamente proporcional a la raíz cuadrada del gradiente térmico que existe, entre el conductor metálico y el medio ambiente: (Tc - Ta).
- Es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la Resistencia Eléctrica del Conductor Rcc(1 + Yc), calculada para CA y a la temperatura de operación del conductor Tc.
- Es también inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la Resistencia Térmica efectiva que existe entre el conductor metálico y el medio ambiente (Rca).
- Es independiente de la clasificación térmica del aislamiento-cubierta del conductor. La resistividad térmica del material de que están hechos el aislamiento y la cubierta del conductor (si existe) contribuyen al valor total de Rca.

Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes de las especificadas en las tablas de ampacidad, se deben corregir de acuerdo con la Tabla 310-60(c)(4) o se permitirá que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Donde:

I' = Ampacidad corregida por temperatura ambiente

I = Ampacidad en tablas para Tc y Ta.

Tc=Temperatura del conductor (°C)

T'a=Temperatura ambiente nueva (°C)

Ta= Temperatura ambiente usadas en la tabla (°C)

De todo lo anterior se puede concluir lo siguiente:

1. - Los factores de corrección por temperatura ambiente para un conductor aislado con una clasificación térmica Tc y operando a la misma temperatura Tc en el conductor, son los correspondientes a la columna para Tc.

2. - Los factores de corrección por temperatura ambiente para un conductor aislado con una clasificación térmica Tc y operando a la misma temperatura Tc en el conductor menor a Tc, son los que corresponden a la columna de la temperatura de operación del conductor (menor a Tc) y no a la de su clase térmica Tc.

3. - Los factores de corrección por temperatura ambiente dependen de ésta última, y de la temperatura real de operación del conductor y son independientes de la clasificación térmica (Tc) del aislamiento del conductor que se éste utilizando.

4. - La ampacidad de un conductor eléctrico en régimen de operación normal, varía directamente de la raíz cuadrada del gradiente térmico que se establece entre el conductor y el medio ambiente hacia el cual se disipa el calor generado.

5.- La ampacidad de un conductor eléctrico no depende del valor máximo de la temperatura del conductor que potencialmente es capaz de soportar el aislamiento sin sufrir deterioro (su clasificación térmica), sino de la temperatura a la que está operando realmente el conductor. Ésta última, junto con la temperatura del medio ambiente, establecen el gradiente térmico que permite que el calor generado principalmente en el conductor fluya desde éste hacia el medio ambiente.

EJEMPLOS

1.- El factor de corrección por temperatura para un conductor de cobre Viakon® tipo THW-2-LS / THHW-LS RAD® RoHS (con una clasificación térmica de 90 °C), operando una temperatura en el conductor: Tc = 60 °C e instalado en un medio ambiente: Ta = 40 °C, es 0,82 y no 0,91 como sería si el mismo cable operara a una Tc = 90 °C.

2. - El factor de corrección por temperatura para un conductor de aluminio tipo THHW (con una clasificación térmica de 90 °C), operando a una temperatura en el conductor: Tc = 75 °C e instalado en un medio ambiente: Ta = 25 °C, es 1,05 y no 1,04 como sería si el mismo cable operara a 90 °C.

NOTAS

(1) Ampacidad: Corriente máxima que un conductor puede transportar continuamente, bajo las condiciones de uso, sin exceder su rango de temperatura.

(2) Clase Térmica del aislamiento de un conductor eléctrico: Temperatura máxima del conductor que es capaz de soportar en forma continua y sin sufrir deterioro, el aislamiento de un cable: por ejemplo 60 °C, 75 °C, 90 °C.

(3) Art. 110-14. c) Limitaciones por temperatura: La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su ampacidad, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado.

A) Las terminales de equipos para circuitos de 100 amperes o menos o conductores de tamaño 2.08 mm^2 a 42.4 mm^2 (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse con temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.

B) Las terminales de equipos para circuitos de más de 100 amperes o conductores de tamaño mayor a 42.4 mm^2 (1 AWG), deben utilizarse con temperatura de operación del aislamiento de 75 °C.

Instalación de Cables



www.viakon.com

Porcentaje de ocupación por conductores eléctricos de tubos conduit o tuberías

(porcentaje de área del tubo que puede ser ocupada por conductores)

Número de conductores	Uno	Dos	más de Dos
Todos los tipos de cables	53 %	31 %	40 %

Número máximo permitido de conductores en tubo conduit o tubería

Tipo	Tamaño o designación AWG/kcmil	Diámetro Nominal del tubo en mm											
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152
THHW-LS XHHW	(14)	9	15	25	44	60	99	142					
	(12)	7	12	19	35	47	78	111	171				
	(10)	5	9	15	26	36	60	85	131	176			
	(8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108		
RHW	(14)	6	10	16	29	40	65	93	143	192			
	(12)	4	8	13	24	32	53	76	117	157			
	(10)	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163		
	(8)	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	133	
THHW-LS	(6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141
	(4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	73	106
	(2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	54	78
	(1/0)		1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	49
	(2/0)		1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	41
	(3/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	(4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
XHHW	(250)			1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	(300)			1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	(400)				1	1	1	3	5	6	8	13	19
	(500)				1	1	1	2	4	5	7	11	16
	(750)					1	1	1	2	3	4	7	11

LUBRICANTES PARA EL TENDIDO DE CABLES EN DUCTOS

Existen cinco tipos básicos de lubricantes que se usan principalmente para ayudar en el tendido de cables de potencia en ductos. Estos lubricantes se elaboran a base de :

- Jabón
- Bentonita
- Emulsiones (de grasas, ceras, etc.)
- Geles
- Polímeros (de reciente desarrollo).

UN BUEN LUBRICANTE PARA CABLES:

- Reduce sustancialmente el factor de fricción entre los cables y el ducto, permitiendo una instalación sencilla, limpia, sin riesgo de daños mecánicos para el cable, y con menores costos.
- Puede usarse en todos los tipos de cables y de ductos, ya que es químicamente compatible con los materiales de éstos.
- Mantiene su estabilidad en el medio ambiente y en la gama de temperaturas en que va a operar el cable.
- Permite retirar sin dañarlos, cables que fueron instalados con ese lubricante.
- Puede usarse sin riesgos para la salud del personal instalador.
- Puede usarse sin degradar el medio ambiente.

De acuerdo a estudios realizados recientemente, con cubiertas de PVC, plomo, hypalon, polietileno o neopreno, así como con ductos de acero, polietileno, PVC, concreto o fibra, y utilizando lubricantes comerciales a base de bentonita, jabón o mezclas de talco con agua no mostraron degradación de las cubiertas de los cables después de un período de más de un año de contacto con el lubricante.

LUBRICANTES PARA EL TENDIDO DE CABLES EN DUCTOS

Lubricante	Material de la cubierta		
	PVC	Polietileno	Neopreno o Hypalon
Aceites y Grasas	-	-	-
A base de bentonita	sí	si	-
A base de jabón	sí	-	sí
A base de polímeros	sí	sí	sí
Talco	sí	-	sí

Notas :

1. No se recomienda usar lubricantes en cables con cubierta de plomo ya que su efecto en el factor de fricción es adverso.
2. Las bajas temperaturas generalmente incrementan el factor de fricción de muchos lubricantes.
3. Los lubricantes que contienen agua como agente, tienden a secarse durante el proceso de tendido y sus propiedades se afectan seriamente por las bajas temperaturas.
4. Los nuevos lubricantes poliméricos son generalmente de viscosidad múltiple pero también de alto costo.

I.- TENSIÓN DE JALADO PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES EN DUCTOS

La fuerza requerida para instalar un cable o un grupo de cables (Tensión de instalación o de jalado), dentro de un sistema subterráneo de ductos enterrado o en un banco de ductos depende de factores tales como :

- Peso del cable
- Longitud del circuito
- Coeficiente de fricción entre el ducto y los cables
- Geometría de la trayectoria (recta, curva, etc)
- Acomodo de los cables dentro del ducto

II.- TENSIÓN MÁXIMA ACEPTABLE DE INSTALACIÓN O DE JALADO.

El valor máximo aceptable de la fuerza que se puede aplicar a un cable para su instalación depende del elemento del cable en donde se aplique la fuerza: el conductor, la cubierta o la armadura de alambres.

1) Tensión máxima aceptable usando anillo de tracción en el conductor:

a) Conductor de cobre: $T_{máx} = 3,63 \times n \times A$

b) Conductor de aluminio:

$T_{máx} = 2,72 \times n \times A$ donde:

$T_{máx}$ = Tensión máxima aceptable de jalado (kg).
n = Número de conductores a los que se aplica la tensión.
A = Área de la sección transversal de cada uno de los conductores (miles de Circular-Mils: kcmil).

2) Tensión máxima aceptable usando manga de malla de acero sobre la cubierta:

a) Cables con cubierta polimérica (PVC, Polietileno, Neopreno, etc.)

$T_{máx} = 454$ kg

b) Cables con cubierta de plomo:

$T_{máx} = 3,31 (D-t)\, t$ donde:

D = Diámetro sobre la cubierta (mm).
t = Espesor de la cubierta (mm).

3) Cables con conductores pequeños, se aplica el valor que resulte menor de las opciones 1) y 2).

4) Cables con armadura de alambres de acero:

$T_{máx} = \frac{40 \times n \times A}{F_s}$ donde: n = No. de alambres de Acero.
A = Area de cada alambre (mm^2).
F_s = Factor de seguridad.

III. - CÁLCULO DE LA TENSIÓN NECESARIA PARA LA INSTALACIÓN

La tensión necesaria para instalar un cable con peso W en una longitud de ducto de L metros, se puede calcular como sigue:

1) Tramo recto:

$T_n = L_n \times W \times f$ donde: T_n = Tensión en el punto n (kg).
L_n = Longitud de ducto (m).
W = Peso del cable (kg/m).
f = Coeficiente de fricción (generalmente = 0,5).

2) Curva intermedia:

$T_n = T_{n-1} f_c$ donde: T_n = Tensión en el punto n (kg).
T_{n-1} = Tensión necesaria para jalar el cable hasta el punto inmediato anterior a la curva (kg)
f_c = Factor de curva

VALORES DE fc PARA ÁNGULOS COMUNES				
ÁNGULO EN GRADOS	f = 0,4	f = 0,5	f = 0,6	f = 0,75
15	1,11	1,14	1,17	1,22
30	1,23	1,30	1,36	1,48
45	1,37	1,48	1,60	1,80
60	1,52	1,68	1,87	2,19
90	1,87	2,19	2,57	3,25

Nota: La presión máxima lateral no debe exceder 450 Kg por cada metro de radio de la curva, esto significa que la tensión inmediatamente después de una curva no debe ser mayor que 450 veces el radio de la curva expresado en metros.

IV.- Ejemplo:

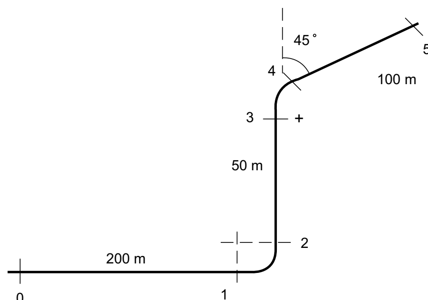
Cable VIAKON® con aislamiento de EPR, cubierta de PVC, 15 KV, 100% nivel de aislamiento, conductor de cobre, designación 500 kcmil

en la figura. (W = 3,4 kg/m, f = 0,5)

$$T_n = L_n \times W \times f$$
$$T_n = T_{n-1} \times f_c \quad \text{donde :} \quad f_{c(45°)} = 1,48 \text{ y } f_{c(90°)} = 2,19$$

La tensión máxima permisible, jalando el cable con un ojo de jalado es:

$$T_{máx} = 3,63 \times n \times A$$
$$T_{máx} = 3,63 \times 1 \times 500 = 1,815 \text{ Kg.}$$



Jalando del punto 0 al punto 5

T_1 = 200 x 3,4 x 0,5 = 340 [kg]
T_2 = 340 x 2,19 = 744,6 [kg]
T_3 = 744,6 + (50 x 3,4 x 0,5) = 829,6 [kg]
T_4 = 829,6 x 1,48 = 1227,808 [kg]
T_5 = 1227,808 + (100 x 3,4 x 0,5) = **1397.808 [kg]**

Jalando del punto 5 al punto 0

T_4 = 100 x 3,4 x 0,5 = 170 [kg]
T_3 = 170 x 1,48 = 251,6 [kg]
T_2 = 251,6 + (50 x 3,4 x 0,5) = 336,6 [kg]
T_1 = 336,6 x 2,19 = 737,154 [kg]
T_0 = 737,154 + (200 x 3,4 x 0,5) = **1077,154 [kg]**

Radio mínimo de las curvas:

$$\text{Curva 1-2, } R_{min} = \frac{737,154}{450} = 1,63\text{m} \qquad \text{Curva 3-4, } R_{min} = \frac{251,6}{450} = 0,56\text{m}$$

El cable debe jalarse del conductor, ya que se excede la tensión máxima de jalado de la cubierta, la cual es de 454 Kg. Por otro lado, debe jalarse desde el punto 5 hacia el punto 0, ya que es la opción en la que se necesita aplicar una tensión menor.

SELECCIÓN DEL ESPACIO ENTRE CONDUCTORES A DIFERENTES TENSIONES

TENSIÓN DE OPERACIÓN (Volt)	DISTANCIA ENTRE CENTROS (PULGADAS)			DISTANCIA MÍNIMA DE UN CONDUCTOR A TIERRA (PULGADAS)			DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DE POTENCIALES OPUESTOS (PULGADAS)		
	A		B	A		B	A		B
250	1 1/2	a	2 1/2	3/4	a	1 1/2	1	a	2
600	2	a	3	1	a	2	1 1/2	a	2 1/2
1,100	4	a	5	1 1/2	a	2 1/2	2 1/2	a	3 1/2
2,300	5	a	6 1/2	2	a	2 3/4	2 3/4	a	4
4.000	6	a	7 1/2	2 1/4	a	3	3	a	4 1/2
6.600	7	a	8	2 1/2	a	3	3 1/2	a	4 1/2
7.500	8	a	9	2 3/4	a	3 1/4	4	a	4 1/2
9.000	9	a	10	3	a	3 1/2	4 1/4	a	4 1/2
11,000	9	a	11	3 1/4	a	3 3/4	4 1/2	a	4 3/4
13,200	9	a	12	3 1/2	a	4 1/4	4 3/4	a	5
15.000	9	a	14	3 3/4	a	4 1/2	5	a	5 1/2
16.500	10	a	14	4 1/2	a	5	5 1/2	a	6
18.000	11	a	14	5	a	6	6	a	7
22,000	12	a	15	6	a	7	7 1/2	a	9
26.000	14	a	16	8	a	9	10	a	12

DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DE POTENCIALES OPUESTOS (PULGADAS)			DISTANCIA MÍNIMA DE UN CONDUCTOR A TIERRA (PULGADAS)			DISTANCIA ENTRE CENTROS (PULGADAS)			TENSIÓN DE OPERACIÓN (Volt)
A		B	A		B	A		B	
18	a	22	10	a	12	12	a	15	35,000
22	a	27	13 1/2	a	15	16	a	18	45,000
28	a	31	16	a	17 1/2	17 1/2	a	19	56,000
34	a	31	18 1/2	a	23	22	a	24	66,000
36	a	42	25	a	27 1/2	26	a	30	75,000
46	a	54	27	a	29	32	a	35	90,000
54	a	60	28 1/2	a	32	34 1/2	a	39	104,000
60	a	72	33	a	36	38	a	41	110,000
66	a	78	35 1/2	a	39	42	a	47	122,000
74	a	84	39	a	41	48 1/2	a	56	134,000
82	a	96	45	a	50	59	a	67	148,000
88	a	105	53	a	63	70	a	85	160,000

Las distancias dadas en "A" se basan en un factor de seguridad de 3,5 veces entre las partes vivas de polaridad opuesta y un factor de seguridad de 3 veces entre las partes viva y tierra. La columna de "B" es aplicada en plantas grandes.

PROPIEDADES DE LAS CUBIERTAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Propiedad	Termoplásticas			Termofijas	
	PE	PVC	CPE	HYP/NEO	CPE
Resistencia Físico-Mecánicas					
Dureza	5	3	5	5	5
Flexibilidad	1	3	3	5	5
Fácilidad de Instalación	3	5	5	3	3
Resistencia Térmica					
Clase Térmica	75 °C	60 - 90 °C	60 - 90 °C	90 °C	90 °C
Estabilidad Térmica	1	3	3	5	5
Resistencia al Calor	3	5	5	5	5
Resistencia Química					
Ácidos	5	5	3	5	5
Álcalis	5	5	3	5	5
Solventes	5	1	3	3	3
Aceites	1	2	2	3	3
Agua	5	3	3	3	3
Propiedades Adicionales					
Resistencia a la Flama	1	4	4	5	5
Intemperie	5	3	5	5	5

Estas comparaciones son de carácter general. Las variaciones en los compuestos de estos materiales pueden cambiar los criterios de rendimiento en cierta medida.

Fuente: IEEE 1242

PRUEBA DE MEDIA TENSIÓN A MUY BAJA FRECUENCIA. (VLF - VERY LOW FRECUENCY)*.

La prueba de Media Tensión de puesta en servicio tiene por objeto detectar todos aquellos defectos o anomalías que pudieran tener las instalaciones, antes de entrar en operación y debe aplicarse al sistema completo de Media Tensión (cables, accesorios premoldeados, terminales, seccionadores) excepto los devanados de los transformadores por lo que al efectuar la prueba de M.T. con VLF, se deben abrir los seccionadores radiales de los transformadores (si los tienen) o se deben retirar los fusibles para evitar que la tensión aplicada llegue a los devanados.

La prueba se realiza por medio de un equipo que genera a una frecuencia de por lo general 0,1 Hz. Típicamente esta unidad comprende una fuente de corriente directa, un circuito desconectador de media tensión, un reactor para la inversión de la polaridad y un capacitor de apoyo para compensar muestras bajo prueba de baja capacitancia. El equipo contiene los medidores y métodos de prueba que registran las corrientes de fuga y permiten obtener los resultados de la prueba.

Antes de iniciar la prueba de Media Tensión deben llevarse a cabo las siguientes medidas de seguridad:

a) Verificar que las instalaciones que se van a probar se encuentren desenergizadas totalmente y que son exactamente las que se quiere probar.

b) Desconectar y realizar conexiones de puesta a tierra todos aquellos cables y equipos que no deben entrar en la prueba, igualmente todas aquellas partes metálicas que se encuentren en las cercanías del cable y equipos bajo prueba.

c) Desconectar las terminales del cable bajo prueba en ambos extremos, limpiar las terminales.

d) Todos los extremos de los componentes que están bajo prueba, deben protegerse de contactos accidentales, por medio de barreras y personal que vigile el área de peligro.

e) Verificar que todos los transformadores que se encuentren conectados al cable bajo prueba tengan su seccionador radial abierto o en su defecto los fusibles retirados, para impedir que la tensión de prueba llegue a los devanados ya que a través de éstos quedaría el cable conectado a tierra.

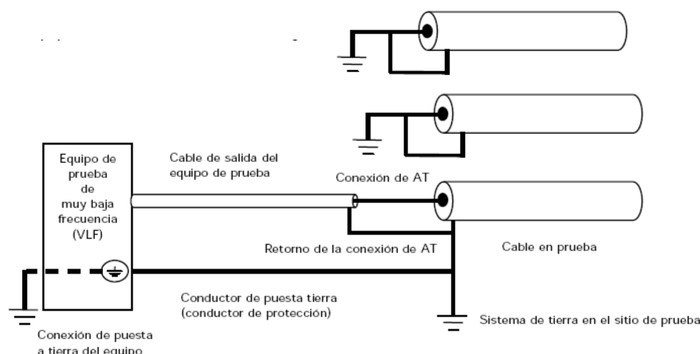
f) En caso de que el transformador no tenga seccionador y sus fusibles no sean removidos desde el exterior, deben retirarse las terminales tipo inserto o perno y acoplarse posteriormente a una terminal inserto o perno de descanso fuera de los transformadores para realizar la prueba.

g) Verificar que todos los accesorios premoldeados conectados al cable bajo prueba se encuentren debidamente puestos a tierra a través del ojillo que para ese efecto tienen, y que la pantalla del cable este debidamente puesta a tierra.

Una vez cubiertos todos los pasos anteriores preparar el equipo de prueba de acuerdo a su instructivo (hay varias marcas de equipo y obviamente cada una tiene sus propias indicaciones para la conexión y operación). Verificar que la consola de control y el módulo de prueba estén debidamente puestos a tierra.

*Fuente: IEEE Std400.2 (2004).

PRUEBA DE MEDIA TENSIÓN A MUY BAJA FRECUENCIA. (VLF - VERY LOW FRECUENCY) (CONTINUACIÓN)



La prueba a muy baja frecuencia (VLF) se realiza a un valor que no exceda al que se indica en la siguiente tabla en la columna "Al terminar la instalación y antes de la puesta en servicio", cuando se aplica en un tiempo entre 15 min y 60 min.

En caso de falla y después de la reparación de ésta, puede realizarse una prueba de tensión a muy baja frecuencia, a un valor que no exceda al que se especifica en la columna "En caso de falla en operacion", aplicando la tension durante 15 minutos consecutivos.

Tensiones aplicadas en campo con tensión de muy baja frecuencia (VLF)

Tensión de designación del cable kV	Tensiones maximas de prueba a muy baja frecuencia			
	Al terminar la instalación y antes de la puesta en servicio kV		En caso de falla en operación kV	
	A	B	A	B
5	9	12	7	9
8	13	17	10	13
15	26	34	20	26
25	43	57	34	45
35	60	80	48	64

Notas:
- Columna A, 100% Nivel de aislamiento
- Columna B, 133% Nivel de aislamiento
- Los valores de tensión de prueba de la columna “Al terminar la instalación y antes de la puesta en servicio” están calculados con el producto de tres veces V0 = V/3, para la columna A. Para la columna B es el producto de los valores de la columna A multiplicados por 1,33.

PRUEBA DE MEDIA TENSIÓN A MUY BAJA FRECUENCIA. (VLF - VERY LOW FRECUENCY) (CONTINUACIÓN)

Algunos equipos tienen un interruptor adicional de seguridad, con el propósito de que el equipo sea inmediatamente descargado y desenergizado cuando se presione este interruptor de emergencia o cuando deje de presionarse según el modelo del equipo.

Oprimir botón de inicio de prueba hasta alcanzar el nivel de tensión de prueba requerido). La duración de la prueba será de 1 h.

En el momento que se alcance la tensión de prueba, se debe mantener esta tensión y observar el ampérmetro, buscando lecturas irregulares, caídas o incrementos durante la prueba. Incrementos obtenidos después de cargar el cable indican una posible falla en el corto tiempo. Después de terminar los 60 min, el equipo disminuye la tensión automáticamente a cero. Posteriormente se apaga la unidad completamente.

Si la prueba se completó sin problemas, revisar los valores obtenidos en la gráfica correspondiente (tiempo-miliampers) e interpretarla.

Si el equipo se descarga en el transcurso de la prueba es un signo inequívoco de falla en algún elemento del circuito. Esto será indicado por una luz roja o en una pantalla, señalando la falla del cable durante la prueba.
Si la descarga o falla del cable ocurrió antes de llegar a los 60 min del periodo de prueba, no se terminó la prueba de VLF. Es necesario entonces registrar el tiempo transcurrido y continuar con el tiempo restante después de localizar y reparar la falla. Algunos temporizadores están equipados para hacer esto automáticamente.

Si durante el transcurso de la prueba se abate el voltaje y la corriente, revisar la fuente que alimenta al equipo, puede haber fallado o haber tenido una falta de tensión lo que ocasionó que se desenergizará el equipo.

Si fue la fuente que alimenta el equipo la que falló, se debe encender de nuevo el equipo y continuar la prueba desde ese punto.

Realizar la conexión de puesta a tierra del equipo y la terminal o terminales bajo prueba, revisar el equipo y la instalación para ver si encuentra algo evidente que haya provocado la falla, en caso de que no se observe nada irregular, retirar las conexiones de puesta a tierra de la terminal bajo prueba y del equipo.

Localizar y reparar la falla mediante alguno de los métodos disponibles.

Continuar la prueba con el tiempo restante.

Una vez concluida la prueba revise los resultados. En general, si después de la primera lectura a tensión de prueba la corriente tiende a bajar o se estabiliza en los subsecuentes minutos, el cable está en buenas condiciones.

Se debe esperar a que la tensión vaya decreciendo por sí sola, no tratar de descargar con alambres de puesta a tierra, ya que esto podría dañar el cable bajo prueba o al equipo mismo, en caso de que requiera descargar con mayor rapidez el cable, utilice el interruptor de emergencia de apagado el cual ya tiene una resistencia integrada de descarga.

Sistemas de Iluminación

viakon®
CONDUCTORES MONTERREY

www.viakon.com

GENERALIDADES

ALUMBRADO. La luz de la velocidad de circulación de la energía radiante, evaluada con relación a la sensación visual.

El espectro visible corresponde a una gama de frecuencias de 400-750 Nanómetros, y dependen de la longitud de onda de los diferentes colores.

Violeta	400	-	420	nanómetros
Índigo	420	-	440	nanómetros
Azul	440	-	490	nanómetros
Verde	490	-	570	nanómetros
Amarillo:	570	-	585	nanómetros
Anaranjado:	585	-	620	nanómetros
Rojo:	620	-	780	nanómetros

La cantidad de luz o flujo luminoso se mide en lumens.

LUMEN. Es igual a la intensidad luminosa que difunde uniformemente en todas direcciones una bujía.

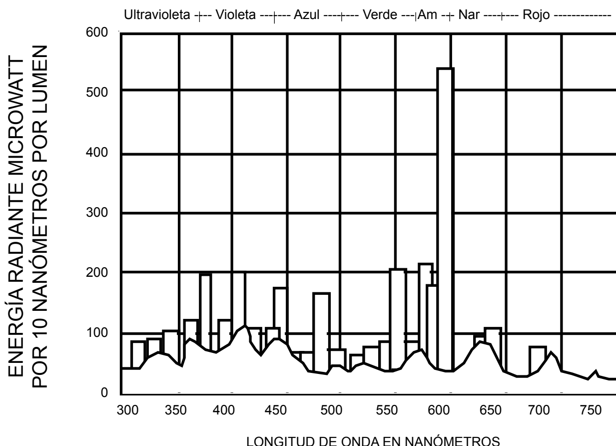
LUX O LUXES. Es la cantidad de lumen por metro cuadrado.

ILUMINACIÓN. En la actualidad la iluminación se ha convertido en una actividad altamente especializada, en la que sus especialidades se unen en dos sistemas de aplicación general, que son iluminación de interiores e iluminación de exteriores.

Se considera iluminación de interiores, aquella iluminación que se va efectuar en un local techado y las diferencias de iluminación, son propias exclusivas del trabajo a desarrollar o funciones del local.

Se considera iluminación de exteriores, aquellos estudios efectuados para iluminar fachadas

DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL



LÁMPARA DE ADITIVOS METÁLICOS

de edificios, monumentos, jardines, avenidas, estadios, arenas, pistas de aterrizaje, andenes, muelles, faros, etc.

Los tipos de iluminación interior son los siguientes:

* Iluminación directa: Cuando la fuente luminosa está dirigida al plano de trabajo en un 90%.

* Iluminación semidirecta: Cuando la fuente luminosa a través de paneles ligeramente difusos emite hacia el plan de trabajo del 60 al 90% y la restante hacia arriba.

* Iluminación indirecta: Cuando la fuente luminosa ilumina hacia arriba un 90%.

* Iluminación semi-indirecta: Cuando la fuente luminosa ilumina hacia arriba del 70 al 90% y a través de paneles ligeramente difusos el resto hacia abajo.

Al efectuar un estudio de iluminación, deben considerarse: Distribución correcta, tipo de unidades que se van a emplear, disipación calorífica, absorción y reflexión de muros y techos, mantenimiento, economía y apariencia agradable.

Los tipos de lámpara más comunes son:

INCANDESCENTES Y FLUORESCENTES

Lámparas incandescentes se producen de 15 -150 Watts la bombilla está construida al vacío y de 200 - 2000 Watts, la bombilla está llena de gas inerte.

Las lámparas incandescentes dan generalmente una luz con preponderancia del rojo y amarillo, por eso se construyen las bombillas de diferentes tipos, sus coeficientes de absorción son:

CARACTERÍSTICAS LUMINOSAS DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES

Potencia Eléctrica / Watt	Flujo Luminoso / Lumen
15	135
25	240
40	400
60	690
75	940
100	1380
150	2280
200	3220
300	5250
500	9500
750	15300
1000	21000
1500	34000
2000	41600

Lámparas fluorescentes.- Están constituídas en un tubo longitudinal, emiten un tipo de luz conforme al recubrimiento químico que está colocado sobre sus paredes interiores.

Las características lumínicas de las LÁMPARAS FLUORESCENTES son proporcionadas por los fabricantes, pero como guía presentamos la siguiente tabla.

Tipo de Lámpara		Flujo Luminoso / Lumen
Luz Blanca	6	180
	8	300
	15	615
	20	500
	30	1 450
	40	2 100
Blanca Suave	65	2 100
	100	3 350
	15	435
	20	640
Luz de Día	30	1 050
	40	1 500
	6	155
	8	250
	15	495
	20	730
	30	1 200
	40	1 700
	65	1 800
	100	3 350
Azul	30	780
Dorada	30	930
Roja	30	120
Rosa	30	750
Verde	30	2 250

Rendimiento de las lámparas de descarga en Alta Intensidad

Tipo de Lámpara	Potencia Watt	Vida en horas *	Lúmenes Iniciales
Sodio de alta presión	35	16 000	2 250
	50	24 000	4 000
	70	24 000	6 400
	100	24 000	9 500
	150	24 000	16 000
	200	24 000	22 000
	250	24 000	28 000
	310	24 000	37 000
	400	24 000	50 000
	1 000	24 000	140 000
Mercurio	100	24 000 +	4 200
	175	24 000 +	8 600
	250	24 000 +	12 100
	400	24 000 +	22 500
	1 000	24 000 +	63 000
Halógeno metálico	70	10 000	5 500
	100	15 000	9 000
	175	10 000	14 000
	250	10 000	21 000
	400	20 000	36 000
	1 000	12 000	110 000
	1 500	3 000	155 000

* Permaneciendo 10 horas encendidas después de cada arranque si se trata de lámparas de sodio de alta presión o de halógeno metálico, excepto las de 1 500 vatios, para las cuales se calculó a razón de 5 horas por arranque.

Selección del PORCIENTO DE REFLEXIÓN, de acuerdo a los colores que se tienen en los acabados del techo y pared.

Colores en los cielos	Absorción %	Reflexión %
Blanco	15 - 20	80 - 85
Marfil	20 - 30	70 - 80
Crema	30 - 35	65 - 70
Amarillo pálido	35 - 40	60 - 65
Amarillo	40	60
Rosa	40	60
Verde claro	40	60
Gris claro	40 - 45	55 - 60
Gris	50 - 65	35 - 50
Anaranjado	55	45
Rojo pálido	60 - 65	35 - 40
Rojo ladrillo	65 - 70	30 - 35
Verde obscuro	70 - 80	20 - 30
Azul obscuro	80 - 85	15 - 20
Caoba	88 - 92	8 - 12
Negro	95 - 98	2 - 15

Ejemplo: Para muros según el tipo de color

Techo gris	Claro	50%
Pared verde	Claro	30%
Piso	General	20%*

* Para porcentaje de reflectancia en piso siempre debe ser 20%.

FACTOR DE MANTENIMIENTO LÚMENES*

Tipo de iluminación	ESTADO DE LIMPIEZA		
	Limpio	Medio	Sucio
Directa	75 - 80%	70 - 75%	60 - 65%
Semidirecta	80%	70%	60%
Indirecta	75%	65%	......
Semiindirecta	70%	60%	......

** Factor de Mantenimiento Lúmenes,, es el porcentaje del producto de la depreciación de la lámpara por la depreciación del luminario, dependiendo del ambiente de operación del luminario.*

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA INTERIORES

TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

Los niveles de iluminación que se recomiendan en esta tabla, fueron tomados del manual publicado por la IES (Illuminating Engineering Society) y representan el promedio mínimo que deberá mantenerse en cualquier momento.

Debido a que la luz emitida por los luminarios disminuye con el tiempo, en los proyectos de iluminación, el diseño y selección del luminario deberán basarse en los niveles mínimos mantenidos de iluminación, en lugar de los valores iniciales o promedio.

Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes
Almacenes	
Poco movimiento	50
Mucho movimiento	
Materiales voluminosos	100
Materiales medianos	200
Materiales pequeños	500
Auditorios	
Actividades sociales	50
Asambleas	150
Exposiciones	300
Automóviles, Fabricación de	
Montaje final, acabado, inspección	2000
Montaje de carrocería y chasis	1000
Fabricación de partes	700
Ajuste de bastidor	500
Aviones, Fabricación de	
Hangares, montaje e inspección	1000
Taladrado, remachado, fijación de tornillos	700
Soldadura	500
Bancos	
Vestíbulos, general	500
Zonas de escritura	700
Cajas, registros, claves, perforación de tarjetas	1500
Basquetbol	
Reglamento	500
Recreativo	300
Bibliotecas	
Salas de Lectura	300
Reparación y encuadernado de libros	500
Zonas para estudio, notas, archivos, recepción	700
Carne, Preparación y empaque de	
Matadero	300
Limpieza y empacado	1000
Conservas, Fabricación de	
Corte, deshuese, clasificación final, enlatado en banda continua	1000
Empacado a mano	500
Etiquetado y empaquetado	300
Correos, Oficinas de	
Vestíbulos, mesas de trabajo	300
Clasificación, envío	1000
Equipo Eléctrico,	
Fabricación de	
Impregnado	500
Embobinado, aislamientos, pruebas	1000
Estaciones, Terminales	
Naves	100
Andenes	200
Salas de espera y baños	300
Zonas de entrega de equipaje	500
Zonas para venta de boletos	1000

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA INTERIORES

TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes	Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes
Fundiciones		manguera,moldeado	500
Hornos de recocido	300	Terminado,enrollado,curado	700
Limpieza	300		
Fabricación de corazones	1000	**Imprentas**	
Inspección precisa	5000	Grabado de fotografías,	
Inspección media	1000	grabado de agua fuerte	500
Moldeo	1000	Inspección de colores	2000
Colado, desmoldeo	500	Prensas	700
		Corrección de pruebas	1500
Garajes para vehículos		Salas de composición,	
de motor		máquinas de composición	1000
Almacén	50		
Pasillos de tráfico		**Lámina de acero,**	
Zonas de estacionamiento	100	**trabajos en general**	
Zonas para servicio	200	General	500
Entradas	500	Inspección de estañado,	
Zonas para reparación	1000	galvanizado	2000
Gimnasios		**Madera, Trabajos de**	
Instalaciones	100	Corte de sierra,	
Ejercicio general		trabajos en banco	300
y recreativo	300	Cepillado, encolado,	
Competencias, concursos	500	lijado, trabajos en banco	
		de mediana calidad	500
Hierro y Acero,		Trabajos en banco de	
Fabricación de		calidad, máquinas,	
Patios de descarga, pozos		lijado y acabado fino	1000
calientes, calcinadores y			
rotura a fondo de cuchara	100	**Manejo de Materiales**	
Edificios, fosos de escoria	200	Carga en estanterías	
Plataformas de control,		y camiones	200
pasarelas de inspección,		Clasificación	
mezcladores, zona de		y distribución	300
reparación	300	Embalaje, etiquetado	
Trenes de laminación	300	y empaquetado	500
Cizallas	500		
Estañado	500	**Montaje**	
Cuartos de Máquinas	300	Basto de visión fácil	300
Inspección	1000	Basto de visión difícil	500
		Medio	1000
Hochey sobre hielo		Ajuste fino	5000 (a)
Profesional	1000 a 2000	Ajuste muy fino	10000 (a)
Amateur	500		
Recreativo	200	**Oficinas**	
		Pasillos y escaleras	200 (b)
Hule, llantas y productos de		Lectura y transcripción	700
Plastificado,molienda	300	Oficinas de trabajo regular	1000
Corte,enlonado para		Contabilidad, Auditoría,	

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA INTERIORES

TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

Recomendación IES	Nivel Mínimo en luxes
máquinas calculadoras, dibujos burdos	1500
Cartografía, diseño, dibujo fino	2000
Papel, Fabricación de	
Cubas hidratadoras,	300
molienda, refinación	500
Corte acabados	700
Contado manual de hojas	100
Inspección de calandrías	1500
Embobinado	
Pintura, Talleres de	
Pintura por aspersión, pintura de muñeca, pintura con plantilla	500
Pintura fina, acabados, pruebas	100
Pruebas	
General	500
Ropa, Fabricación de	
Recibo, almacenaje, embarque, medición	300
Fabricación de patrones, recortes	500
Marcado, taller	1000
Corte y planchado	3000(a)
Cosido e inspección	5000(a)
Soldadura	
General	500
Tabaco, Productos de	
Secado, descortezado, general	300
Talleres Mecánicos	
Trabajos de banco burdos	500
Trabajos de banco medio, rectificado burdo, pulido	1000
Textiles, Productos de algodón	
Picado, cardado, torcido	500
Pabiladoras, veloces, tróciles	1500
Estampado	2000
Otros	1000
Textiles, Tejidos Sintéticos y sedas	
Picado, cardado, torcido	500
Embobinado: Hilo claro	500
Hilo obscuro	2000
Otros	1000
Tiendas	
Pasillos, almacén	300
Venta en mostrador	1000
Venta en autoservicio	2000
Vidrio, Fabricación de	
Mezcladoras, hornos, prensas, máquinas sopladoras	300
Corte, esmerilado, plateado	500
Pulido, esmerilado y nivelado	1000

a) Obtenido por combinación de equipo general con equipo especializado de iluminación.

b) No menos de 1/5 parte del nivel de iluminación adyacente.

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA INTERIORES

TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

Los siguientes niveles recomendados de iluminación están basados en las publicaciones de la Sociedad de Ingeniería en Iluminación (IES) y presentan los mínimos luxes promedio recomendados para la tarea en cualquier momento. Debido a que la eficiencia de un luminario se deprecia por el uso, la instalación de iluminación debe diseñarse y el luminario debe elegirse bajo la base a un nivel mantenido de iluminación, más que por los niveles iniciales.

Niveles Recomendados de Iluminación por Aplicación

Niveles de iluminación CALLES Y ANDADORES			
Clasificación	Luxes mínimos Promedio Recomendados *		
	Clasificación del Área		
	Comercial	Intermedia	Residencial
Calles para vehículos			
Alta velocidad	6,0	6,0	6,0
Avenidas	20,0	14,0	10,0
Colectores	12,0	9,0	6,0
Locales	9,0	6,0	4,0
Callejones	6,0	4,0	2,0
Caminos para peatones			
Banquetas	9,0	6,0	2,0
Andadores	20,0	10,0	5,0

APLICACION GENERAL	LUXES MINÍMOS PROMEDIO RECOMENDADOS. *
AEROPUERTOS	
Plataforma de Hangares hasta 16 m	10
Plataforma de Hangares hasta 60 m	5,0
Area de Centro de Servicio de Aeronaves	20 (vertical)
ALAMEDAS	50 10
ASTILLEROS	
General	50
Caminos	100
Areas de Fabricación	300
CAMINOS INDUSTRIALES	
Cerca de Edificios	10
Lejos de Edificios	5
CANTERAS	50
CONSTRUCCIONES	
General	100
Excavaciones	20
CHIMENEAS INDUSTRIALES Y TANQUES ELEVADOS CON ANUNCIOS	
Alrededores Brillantes:	
Superficies Claras	500
Superficies Oscuras	1000

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA EXTERIORES

TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

APLICACIÓN GENERAL	LUXES MÍNIMOS PROMEDIO RECOMENDADOS *		
Alrededores Oscuros:			
Superficies Claras	200		
Superficies Oscuras	500		
ESTACIONAMIENTOS			
Industriales	10		
Centros Comerciales	20 - 50		
Lotes Comerciales (abiertos, guarecidos)	25		
FACHADAS DE EDIFICIOS	A ++	B++	C++
Mármol Claro o Yeso	150	100	50
Cal, ladrillos brillantes, concreto, aluminio	200	150	100
Ladrillos opacos, ladrillos rojizos y oscuros	300	200	150
Piedra café, madera y otras superficies oscuras	500	350	200
LOTES PARA VENTA DE AUTOMÓVILES			
Línea de Frente (primeros 6 m)	1000 - 5000		
Otras áreas	200 - 750		
PARQUES Y JARDINES	20		
PATIOS DE ALMACENAJE			
Activos	200		
Inactivos	10		
PATIOS DE FERROCARRIL			
Puntos de Conexión	20		
Puntos de Control:			
Lado del Vagón para Leer Números	1200 (vertical)		
Fosa debajo del Vagón	200 (vertical)		
PATIOS INDUSTRIALES/MANEJO DE MATERIALES	50		
PLATAFORMAS DE CARGA Y DESCARGA	200		
PLATAFORMAS PARA PASAJEROS	200		
PROTECCIÓN			
Entradas (activas)	50		
(Normalmente cerradas, poso uso)	10		
Areas Vitales, Patios de Prisiones	50		
Alrededores de Edificios	10		
TABLEROS PARA BOLETINES Y ANUNCIOS			
Alrededores Brillantes:			
Superficies Claras	500		
Superficies Oscuras	1 000		
Alrededores Oscuros			
Superficies Claras	200		
Superficies Oscuras	500		

Todos los valores se consideran en luxes mantenidos y en términos de un "plano horizontal" a menos de que se indique lo contrario o resulte obvio. Pueden requerirse mayores niveles de iluminación para fotografías especiales o transmisiones por televisión.

\+ Tanto el arroyo como las rampas.

\+ + A Mucha luz ambiente - anuncios conflictivos

\+ + B Luz ambiente media - pocos anuncio conflictivos - calles secundarias comerciales

\+ + C Muy poca luz ambiente - residencial - rural - avenida

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA EXTERIORES

TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

ALUMBRADO DE ÁREAS DEPORTIVAS	LUXES MÍNIMOS PROMEDIO RECOMENDADOS. *	
ALBERCAS		
Superficie Agua y Alrededores	100	
ARQUERÍA		
Torneo	100	
Recreativa	50	
BÁDMINTON		
Torneo	300	
Club	200	
Recreativo	100	
BASQUETBOL		
Reglamentado	200	
Recreacional	100	
BÉISBOL	Cuadro	Jardines
Liga Infantil	300	200
Reglamentado		
Ligas Mayores	1500	1000
AAA-AA	700	500
A-B	500	300
C-D	300	200
Semiprofesional y Municipales	200	150
Recreacional	150	100
Combinación - Béisbol, Fútbol	200	150
CAMPOS DE JUEGO	50	
CARRERAS		
Autos, Caballos, Motocicletas	200	
Bicicletas (Paseos, Competencias, Recreativos)	300, 200, 100	
Perros	200	
Dragsters (Inicio, Aceleración,	100, 200	
Desaceleración 1a.-2a. 201 m	150, 100	
Apagado 250 m)	50	
ESQUIAR PISTA PARA	10	
FRONTENIS		
Profesional	1000	
Aficionado	750	
Sobre Asientos	50	
FRONTON A CESTA		
Profesional	1500	
Aficionados	1000	
Sobres Asientos	100	

* Todos los valores se consideran en luxes mantenidos y en términos de un “plano horizontal” a menos de que se indique lo contrario o resulte obvio. Pueden requerirse mayores niveles de iluminación para fotografías especiales o transmisiones por televisión.

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA EXTERIORES

TABLA PARA SELECCIÓN DE LUXES

ALUMBRADO DE ÁREAS DEPORTIVAS	LUXES MÍNIMOS PROMEDIO RECOMENDADOS. *	
FRONTON A MANO		
Club	200	
Recreacional	100	
FÚTBOL (Indice: distancia desde la línea banda más cercana a la fila más alejada de los espectadores)		
Clase I: más de 30 m	1000	
Clase II: entre 15 y 30 m	500	
Clase III: entre 9 y 15 m	300	
Clase IV: menos de 9 m	200	
Clase V: sin asientos fijos	100	
GOLF	GREEN	TRAYECTORIAS
Campo	50	30 (vertical)
Distancia de Tiro	100	50 (vertical)
Miniatura	100	
Green	100	
HOCKEY SOBRE HIELO (25.9 x 60,90 m)		
Profesional	500	
Amater	200	
Recreacional	100	
MARINAS	10	
PATINAJE		
Cancha	50	
Alrededores	10	
PLAYAS PARA BAÑISTAS		
Sobre el agua hasta 45 m	30 (verticales)	
Sobre la playa 30 m de ancho	10	
PLAZA DE TOROS		
Ruedo	1000	
Pasillos, túneles, palcos, gradas	50	
RODEOS		
Profesionales, Amateurs, Recreacionales	500, 300, 100	
SOFTBOL	CUADRO	JARDINES
Profesional o Campeonatos	500	300
Semi-Profesional	300	200
Ligas Industriales	200	150
Recreacional	100	70
TENIS - CANCHAS DE		
Torneos	300	
clubes	200	
Recreacional	100	
TIRO DE RIFLE O PISTOLA		
Punto de tiro, trayectoria, blanco	100, 50, 500 (vertical)	
VOLEIBOL		
Torneos	200	
Recreacional	100	

* Todos los valores se consideran en luxes mantenidos y en términos de un “plano horizontal” a menos de que se indique lo contrario o resulte obvio. Pueden requerirse mayores niveles de iluminación para fotografías especiales o transmisiones por televisión.

PHILIPS

Selección Rápida de Luminarios

Los luminarios Philips de aplicación para interiores se seleccionan por la altura de montaje donde se instalan y es como sigue:

Bajas Alturas de Montaje:

Campana Industrial de Acrilico 16"

Potencia de lámpara	Tipo de Luz
175 Watt	Aditivos Metálicos
250 Watt	Aditivos Metálicos
100 Watt	V.S.A.P.
150 Watt	V.S.A.P.

De Alto Montaje:

Campana Industrial de Aluminio 18"
Campana Industrial de Aluminio 22"

Potencia de lámpara	Tipo de Luz
250 Watt	Aditivos Metálicos
400 Watt	Aditivos Metálicos
250 Watt	V.S.A.P.
400 Watt	V.S.A.P.

GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE LUMINARIOS

PHILIPS

LUMINARIO PRISMÁTICO DE 16”

Luminario Prismático diseñado para proporcionar niveles de iluminación interiores de elevada eficiencia, es insuperable para alturas de montaje en el rango de 3 a 8 m con una selección correcta de la lámpara puede usarse también para mayores alturas. Su refractor prismático está diseñado para controlar y difundir el haz luminoso, obteniendo una distribución uniforme, poco deslumbramiento y mayores niveles de iluminación vertical. Es idóneo para la iluminación de talleres mecánicos, zonas de ensambles y almacenes. CATALOGO HD25-16AC

LUMINARIO PRISMÁTICO DE 22”

Luminario Prismático, diseñado para obtener lámparas de descarga de alta intensidad y para instalarse en alturas superiores a los 5 m de altura en interiores. Es una solución combinada de eficiencia y elegancia para áreas de exhibición o de actividades diversas. CATALOGO HD400-22 AC

LUMINARIO, SRP-604

Diseñado para aplicaciones en alumbrado público, las partes del cuerpo son de aluminio fundido a presión que aseguran una larga vida. Puede utilizarse con lámparas de Vapor de Mercurio y con lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión. Posee un filtro de FIELTRO que evita la contaminación en el interior del luminario. Por medio del fotocontrol integrado al luminario (opcional) permite la operación automática de encendido y apagado. Cuenta con un ajuste de 7 posiciones para el portalámpara, para satisfacer todos sus requerimientos. (CUERPO CON DENSIDAD DE PARED DE 3 mm.)

LUMINARIO, SRP-822

Ofrece la más avanzada tecnología y la máxima eficiencia para la iluminación de calles y avenidas, su cuerpo de aluminio fundido a presión asegura una larga vida, puede utilizarse con lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión, Vapor de Mercurio y Auditivos Metálicos. Su amplio espacio en el conjunto, evita la contaminación en el sistema óptico minimizando la pérdida de luz. Por medio del fotocontrol (opcional) integrado al luminario, permite la operación automático de encendido y apagado. Cuenta además ajustes de 6 posiciones para el porta -lámpara que satisface todos los requerimientos. (REFLECTOR MOVIBLE)

LUMINARIO WALL PACK

Luminario hecho en fundición de aluminio reflector zincado y refractor de borosilicato. Aplicación sobre Muro ideal para áreas de tránsito y seguridad de andenes, estacionamientos, patios de maniobras, corredores de servicio, etc. – CATALOGOS: SWP25NG, SWP40 – 25NG

VENTAJAS TÉCNICAS DE LOS LUMINARIOS PHILIPS

REFLECTOR

Todas nuestras luminarias cuentan con reflectores de Aluminio Anodizado de alta pureza y excelente brillantez, lo que los hace de una capacidad de reflexión alta eficiencia

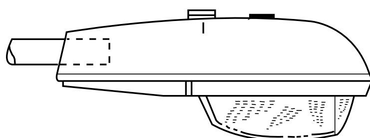
CONJUNTO ÓPTICO SELLADO Y FILTRADO

Forma una barrera a la contaminación causada por materiales gaseosos y partículas, lo que permite mantener completamente limpio el reflector, reduciendo con ello los períodos de mantenimiento y conservando un alto nivel de iluminación. Incluye empaques de alta calidad indeformables a temperaturas muy por encima de las de operación que logran un perfecto sellado; así como un filtro de fieltro, el cual filtra tanto las partículas físicas como los gases contaminantes mezclándose con ellos, al mismo tiempo que provee una trayectoria más fácil para que el aire entre y salga del luminario, evitando con ello que los empaques se vean sujetos a altas presiones.

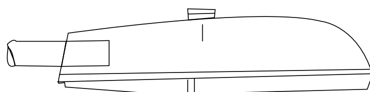
PORTALÁMPARA AJUSTABLE

Nos permite modificar la curva de distribución sin cambiar el reflector de vidrio, moviendo únicamente la posición del portalámpara y sin necesidad de añadir partes o utilizar herramientas especiales.

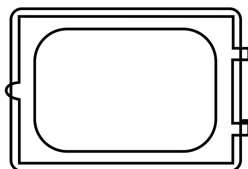
SELECCIÓN RÁPIDA DE LUMINARIOS
ALUMBRADO PÚBLICO



SRP 604



SRP 822

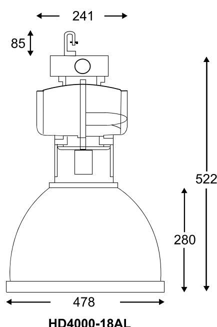


SWP40-25NC

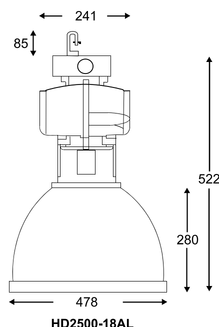
PHILIPS

SELECCIÓN RÁPIDA DE LUMINARIOS
ALUMBRADO INDUSTRIAL Y COMERCIAL

REFLECTORES DE ALUMINIO

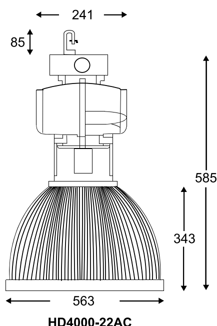


HD4000-18AL

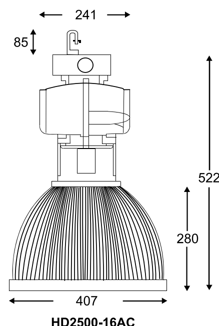


HD2500-18AL

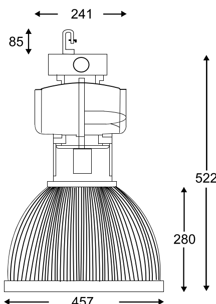
REFLECTORES PRISMÁTICOS



HD4000-22AC



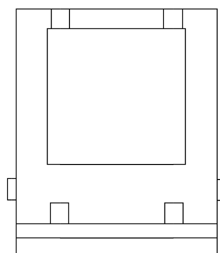
HD2500-16AC

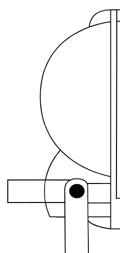


PHILIPS

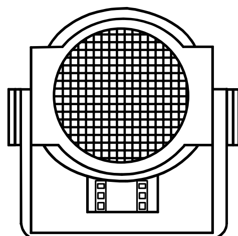
ALUMBRADO CON REFLECTORES

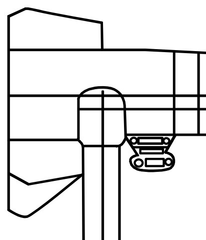
TEMPO* TEMPO*





ARENA VISION





GUÍA PARA DISEÑO DE ILUMINACIÓN INDUSTRIAL

Los tres puntos más en el diseño de iluminación interior industrial son:

1. Nivel luminoso adecuado a la actividad.
2. Control de brillantez en grandes ángulos.
3. Uniformidad luminosa.

Cuando es esencial una uniformidad luminosa, cada luminario deberá proporcionar no más del 50% del nivel luminoso total, en cualquier punto del plano de trabajo. Esto asegurará que los luminarios adyacentes proporcionen iluminación suficiente, para cortar sombras o puntos sumamente iluminados abajo de los luminarios.

El nivel luminoso producido por cada luminario es proporcional a las candelas en el Nadir (Cd) e inversamente proporcional al cuadrado de la altura de montaje.

$$\text{Luxes} = \frac{(\text{Cd NADIR})}{(\text{MH})^2}$$

Esta guía proporciona buenos resultados de iluminación, sin importar el espacio o tipo de trabajo que se efectúa. Cuando no se tienen requisitos visuales difíciles, las candelas en el Nadir pueden incrementarse de tal manera que el luminario proporcione el 100% de la luz directamente abajo del luminario. Antes de comprometer la separación de los luminarios, es conveniente asegurarse que no se perjudiquen las condiciones de operación de los trabajadores.

Para obtener el mejor tipo y cantidad de luminarios para cada actividad, siga el siguiente método paso por paso.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA ILUMINACIÓN INTERIOR INDUSTRIAL

1er. Paso
Seleccione el nivel mínimo mantenido de iluminación de la tabla de Niveles de Iluminación.

Ejemplo: Para trabajos de montaje medio, se recomiendan 1000 luxes.

2o. Paso
Para determinar el valor de iluminación inicial (Lli) divida el nivel de luxes mantenido (Llm) entre el factor de mantenimiento(MF). Suponga que se tiene una lámpara de vapor de sodio de alta presión, en un luminario cerrado (high bay o low bay) y condiciones de suciedad media.

$$\text{Luxes iniciales} = \frac{(\text{Luxes mantenidos })}{\text{MF}} = \frac{1000}{0{,}84} = 1190$$

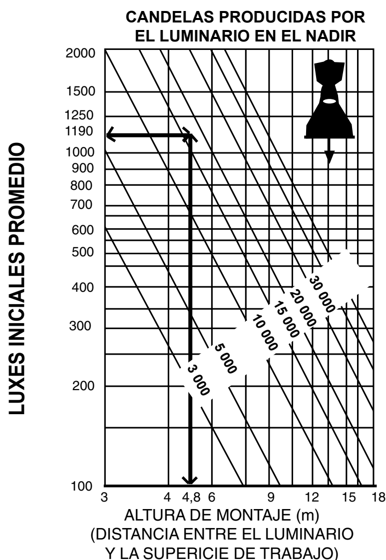
GRÁFICAS Y TABLAS DE APOYO AL PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA ILUMINACIÓN INTERIOR INDUSTRIALES

TIPO DE LÁMPARA		FACTOR DE MANTENIMIENTO HIGH BAY	
		CERRADO	ABIERTO
V.M.	250	0,80	0,73
V.M.	400	0,79	0,72
A.M.	175	0,72	0,65
A.M.	400	0,74	0,67
V.M.	1000	0,70	0,64
A.M.	1000	0,74	0,67
S.A.P.	150	0,84	0,76
S.A.P.	250	0,84	0,76
S.A.P.	400	0,84	0,76
S.A.P.	1000	0,84	0,76

3er. Paso

Determinar las candelas máximas en el Nadir Cd, de la gráfica de la figura 3,

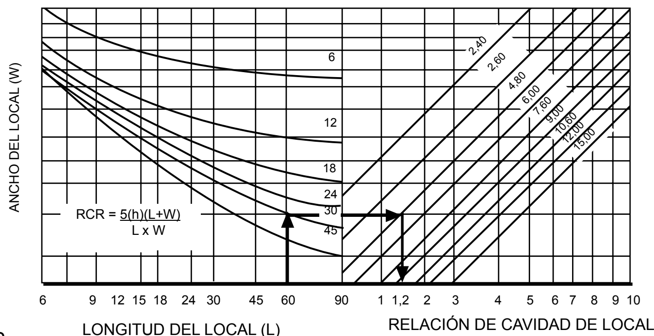
Para 1190 luxes y 4,8 m MH es 15,000,



4o. Paso

Determine la relación de cavidad de local (RCR) para el espacio que será iluminado, de la gráfica de la figura 4.

Ejemplo: Para un local de 60 m x 30 m y 4,8 m MH, se tiene un RCR = 1,2,



5o. Paso
Determine la combinación luminario-lámpara de la tabla de la siguiente página que proporcione las candelas igual o menor al máximo deseado así como la cantidad de luminarios necesarios.

Los lúmenes de la lámpara pueden calcularse por la siguiente fórmula.

LLi = (2) x (luxes mantenidos) x (MH^2).
LLi = (2) x (1000) x ($4,8^2$) = 46,080 lúmenes de lámpara.

Una lámpara de 400 W SAP proporciona 50 000 lúmenes iniciales.

a) El luminario Versalite* con lámpara SAP 400 es el mayor y más eficiente paquete luminoso y no excede 15000 candelas en el nadir.

b) Con 1,2 RCR (interpolando entre RCR = 1 y RCR = 2) se requieren de 3,3 Versalite* con lámpara SAP 400, por cada 100 m^2 para proporcionar 1000 luxes iniciales y (3,3) (1190/1000) = 3,9 para 1190 luxes iniciales (1000 luxes mantenidos).

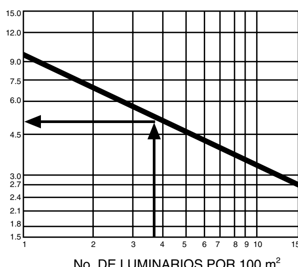
$$\text{Total de luminarios} = \frac{3{,}9 \times 60 \times 30}{100} = 71 \quad \text{Low Bay 400 SAP}$$

6o. Paso

Determine el promedio de la separación en cuadrícula (s), vea la gráfica de la fig. 5 separación en cuadrícula 4,9 m.

Ajuste la separación y cantidad de luminarios al espacio disponible. Para 71 luminarios en un local de 60 m X 30 m pueden colocarse 6 hileras de12 luminarios cada una.

ESPACIAMIENTO CONTRA No. DE LUMINARIOS / 100 m^2



La cantidad de luminarios determinados en el 5o. paso están basados con valores de reflectancias del local (techo, pared, piso) de 30, 30, 20 por ciento, para otras reflectancias del local multiplique por los valores dados en la Tabla 2.

Ejemplo: Total de luminarios para un cuarto con 70-50-20 y un valor de cavidad de local (RCR) de 1,2 total de luminarios = (71)(0,88) = 62 Low Bay 400 W.V.S.A.P.

7o. Paso

Determine el promedio de la separación en cuadrícula (S); de la gráfica de la figura 5.

a) Separación en cuadrícula = 4,9 m para 71 Low Bay (3,9 luminarios por cada 100 m^2).

b) Ajuste la separación y cantidad de luminarios al espacio disponible.

Para 71 luminarios en un local de 60 x 30 m pueden colocarse hileras de 12 luminarios cada una.

TABLA 1 REFERENTE AL 5o. PASO

Luminarias tipo High Bay

Lámpara	Posición del Portalámpara	S/MH	(A) (B) Cd en el Nadir	HIGH BAY / 100 m^2 / 1000 luxes iniciales (C) RCR 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VM400-H33 Reflector de 43 cm.	11	1,0	9837	6,6	7,1	7,7	8,3	8,9	9,7	10,6	11,5	12,6	13,8
	9	1,2	8234	6,4	7,0	7,6	8,3	9,1	9,9	11,0	12,0	13,5	14,8
	7	1,5	6640	6,5	7,1	7,8	8,6	9,5	10,5	11,8	13,1	15,1	16,8
VM400-H33 Reflector de 56 cm.	11	0,7	18051	6,3	6,6	7,0	7,4	7,8	8,3	8,8	9,3	9,9	10,4
	7	0,8	16517	5,9	6,3	6,7	7,1	7,6	8,1	8,7	9,2	9,9	10,5
VM400-H33 Reflector de 56 cm.	11	1,0	27717	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	4,6	5,0
	7	1,3	21361	2,2	2,4	2,7	2,9	3,3	3,7	4,1	4,6	5,2	5,8
AM400/BUH Reflector de 43 cm.	11	1,1	19981	4,3	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	6,4	6,8	7,3
	9	1,4+	13636	4,2	4,5	4,8	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,8	8,5
AM1000/U Reflector de 56 cm.	11	1,0	53995	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
	7	1,3+	33970	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,9	3,2
S.A.P250/BU Reflector de 43 cm.	7	1,0	16070	5,1	5,3	5,6	6,0	6,3	6,7	7,1	7,5	8,0	8,4
	5	1,35	11620	5,1	5,4	5,8	6,2	6,7	7,2	7,7	8,3	9,0	9,7
	3	1,6	8221	4,8	5,2	5,7	6,1	6,7	7,3	8,0	8,8	9,8	11,0
S.A.P400/BU Reflector de 43 cm.	7	1,0	27978	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2
	5	1,3	22500	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6
	3	1,5	17120	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,7	5,2	5,8	6,5
S.A.P400/BU Reflector de 56 cm.	2	0,7	39505	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3
S.A.P.1000/BU Reflector de 56 cm.	7	1,1	50000	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7

Low Bay

Lámpara	S/MH	Cd en el Nadir	Luminarios / 100 m_2 / 1000 luxes iniciales (C) RCR 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V M 400	1,5	5405	6,8	7,7	8,7	9,9	11,0	13,0	14,5	16,0	19,0	21,0
AM 400/BD	1,6	6893	4,6	5,3	6,0	6,8	7,7	8,9	10,9	11,8	13,4	14,7
S.A.P. 150/BD	1,8	2672	9,5	11,0	12,0	14,0	16,0	18,0	21,0	24,0	28,0	32,0
S.A.P. 250/BD	1,9	4106	5,6	6,4	7,5	8,8	10,2	12,2	14,3	16,4	20,3	23,2
S.A.P. 400/BD	1,9	7342	3,2	3,7	4,3	5,0	5,9	7,0	8,3	9,4	11,5	13,2

Low Bay

V.M 250	1,7	1851	12,3	14,2	16,9	19,7	23,6	27,5	33,1	39,3	45,9	51,7
A.M. 175/BU	1,7	2142	11,0	12,8	14,9	17,9	21,0	25,5	31,1	37,6	44,6	51,0
S.A.P. 150/BU	1,8	2400	9,3	10,8	12,5	14,9	17,9	20,8	25,0	29,8	34,7	41,7

TABLA 2

PARA OTRAS REFLECTANCIAS DEL LOCAL

REFLECTANCIA DE LA PARED %		70			50			30			10		
		50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RELACION DE LA CAVIDAD DEL LOCAL	1	,88	,9	,93	,93	,95	,96	,98	1	1,01	1,03	1,05	1,06
	3	,88	,93	,97	,94	,97	1,01	,95	1	1,03	1,03	1,04	1,05
	5	,88	,94	,99	,92	,98	1,02	,94	1	1,04	,98	1,03	1,05
	7	,88	,95	1,02	,90	,98	1,04	,93	1	1,05	,96	1,02	1,05
	9	,88	,96	1,04	,89	,99	1,07	,92	1	1,07	,94	1,01	1,05

REFLECTANCIA DE LA CAVIDAD DEL PISO 20%

Procedimiento de diseño para Iluminación de Pasillos de Almacenes

Aplicación

Las tablas y cálculos utilizados aquí, se basan solamente en la contribución directa de los luminarios. Se refiere a pasillos de almacenes donde la estantería es al menos tan alta como el ancho del pasillo. Esta información también puede ser usada en áreas de descarga cubiertas. Para pasillos más anchos en almacenes de uso general, o áreas de carga.
La uniformidad luminosa en los pasillos no deberá exceder de 2:1. teniendo cuidado en que el espaciamiento entre luminarios no exceda del valor S/MH máximo del luminario.
Para estanterías verticales, siempre habrá un área más obscura entre luminarios en la parte superior de ésta. Esto puede evitarse si el luminario se monta ligeramente sobre la estantería.
Para obtener mejores resultados de iluminación se deben de montar a una altura sobre la estantería que no sea mayor a la mitad del ancho del pasillo. Mientras mayor sea la relación S/MH del luminario, mejor será la uniformidad luminosa en la parte superior de la estantería. El nivel luminoso en el pasillo y en la parte inferior de la estantería se incrementa cuando disminuye la relación S/MH.

1er. Paso
Seleccione el nivel luminoso.

2do. Paso
Para convertir a luxes mantenidos o a otro nivel en luxes utilice la siguiente fórmula:

$$\text{Nuevo Espaciamiento} = \left(\begin{matrix}\text{Espaciamiento} \\ \text{para 300 Luxes}\end{matrix}\right)\left(\begin{matrix}\text{Factor de} \\ \text{Mantenimiento}\end{matrix}\right)\left(\frac{\text{300 Luxes}}{\text{Luxes Deseados}}\right)$$

3er. Paso
Revise el valor de la relación espaciamiento a altura montaje (S/MH) para comprobar que el valor no exceda al del luminario. Si únicamente se considera el nivel en el pasillo, seleccione la combinación luminario-lámpara que tenga una relación de separación a altura de montaje igual a la instalación. La relación de separación altura de montaje del luminario, puede exceder el valor S/MH del luminario, pero a costa de sacrificar la uniformidad luminosa. Esto se cumple especialmente en estanterías verticales.

4to. Paso
Divida la longitud del pasillo entre espaciamiento del luminario y ajuste la cantidad de luminarios que resulten a un número entero. Si hay cruce de pasillos, el primer luminario deberá estar en el centro del cruce. Para los demás pasillos, el primer luminario deberá espaciarse la mitad del espaciamiento del luminario empezado en el final del pasillo.

GRÁFICA Y TABLAS DE APOYO A ILUMINACIÓN DE PASILLOS DE ALMACENES

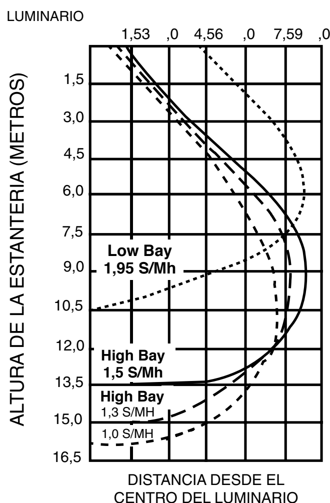


Fig. 1
Lineas de 10 luxes para High Bay y Low Bay 400 w. V.S.A.P.

TABLA 1

ESPACIAMIENTO ENTRE LUMINARIOS PARA 300 LUXES INICIALES SOBRE EL PISO DEL PASILLO

LUMINARIO Y LÁMPARA	POSICIÓN PORTA-LÁMPARA	S/MH	ESPACIAMIENTO LUMINARIOS (m)						
			ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO SOBRE EL PISO (m)						
HIGH Bay	F I J O		3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12
400 W. SAP.	-	1,0	-	-	-	13,7	11,6	10,0	8,5
400 W. SAP.	-	1,3	-	-	14,6	12,2	10,7	2,5	7,9
400 W. SAP.	-	1,5	-	-	13,7	11,3	9,4	8,2	7,0
250 W. SAP.	-	1,0	-	-	8,5	7,6	6,0	5,5	4,6
250 W. SAP.	-	1,0	-	-	8,2	7,0	5,8	4,6	4,3
250 W. SAP.	-	1,6	-	9,7	7,9	6,7	5,5	4,6	4,0
400 W. AM/BUH.	-	1,1	-	13,7	11,0	9,4	8,0	7,0	6,0
400 W. AM/BUH.	-	1,4	-	12,8	10,0	8,2	7,0	6,0	5,2
400 W. VM.	-	1,2	-	7,3	6,0	5,2	4,3	3,7	3,0
400 W. VM.	-	1,5	-	7,0	5,5	4,6	4,0	3,4	2,7
LOW Bay									
400 W. SAP.	-	1,9	-	9,7	7,6	6,0	-	-	-
250 W. SAP.	-	1,9	7,9	5,5	4,3	3,7	-	-	-
400 W. AM/BD.	-	1,6	10,4	7,6	6,0	4,6	-	-	-
400 W. VM.	-	1,5	7,0	4,9	4,0	3,4	-	-	-

ILUMINACIÓN DE FACHADAS

Reglas Generales

1.- De la siguiente tabla determine el nivel luminoso necesario.

FACHADAS DE EDIFICIOS	LUXES MÍNIMOS PROMEDIO RECOMENDADOS		
	A	B	C
Marmol claro o yeso	150	100	50
Cal, ladrillos, concreto, aluminio	200	150	100
Ladrillo opacos, rojizos y oscuros	300	200	150
Piedra café, madera u otras superficies oscuras	500	530	200

A. Mucha luz ambiente, anuncios conflictivos.
B. Luz ambiente media, pocos anuncios conflictivos, calles secundarias comerciales.
C. Muy poca luz ambiente, residencial, rural, avenidas.

2. De la tabla siguiente seleccione la separación entre reflectores. Para obtener una iluminación uniforme, la separación (S) no deberá exceder el doble de la distancia de colocación.

Altura de la construcción	SEPARACIÓN (S)	LUXES PROMEDIO INICIALES					
		TEMPO, MWF 230			TEMPO, MWF 330		
		DISTANCIA DE COLOCACIÓN de 4.5 a 9m					
	Mts	V.M 400	A.M 400	S.A.P. 400	S.A.P. 1000	S.A.P. 250	S.A.P. 400
Un piso	12	120	180	270	590	110	210
4.5 m	6	240	360	540	_	210	420
máximo	3	480	720	_	_	44	840
Dos	12	80	140	180	500	90	180
pisos 9 m	6	160	280	360	_	180	360
máximo	3	320	560	720	_	360	720

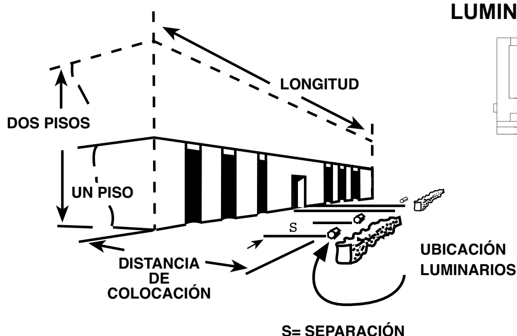
3. Determine el número de reflectores

$$N = \frac{\text{Longitud del edificio}}{\text{separación}}$$

4. Los luxes se duplican cuando la separación se reduce a la mitad.

5. El ángulo de proyección deberá ajustarse para obtener un buen efecto visual.

LUMINARIO TEMPO*



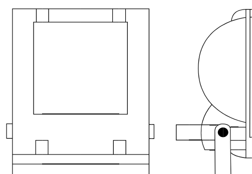
RESUMIENDO

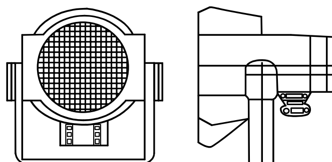
1, Determine el nivel luminoso necesario.
2, De la tabla superior, seleccione la separación entre reflectores. Para obtener una iluminación uniforme, la separación (s) no deberá exceder el doble de la distancia de colocación.
3, Determine el número de reflectores.

$$N = \frac{\text{Longitud del edificio}}{\text{separación}}$$

4. Los luxes se duplican cuando la separación se reduce a la mitad.
5. El ángulo de proyección deberá ajustarse para obtener un buen efecto visual.

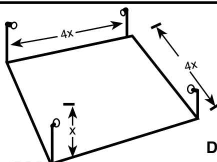
TEMPO* **TEMPO*** **ARENA VISIÓN**





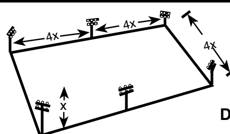
ILUMINACIÓN DE ÁREAS EXTERIORES

UBICACIÓN DE POSTES Y SU COBERTURA



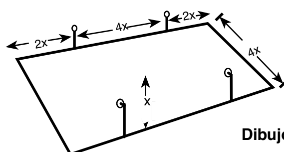
Dibujo 1

En iluminación de áreas planas, la distancia entre postes no deberá ser mayor a 4 veces la altura de montaje.



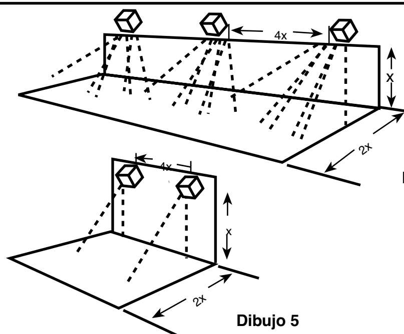
Dibujo 2

El límite de separación de cuatro veces la altura de montaje se aplica tanto longitudinal como transversalmente, no importando la cantidad de luminarios por poste, el tipo de lámparas empleadas o el nivel luminoso.



Dibujo 3

Si no se colocan luminarios en las esquinas, la distancia desde éstas al luminario más cercano, no deberá exceder dos veces la altura del montaje.

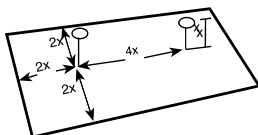


Dibujo 4

Dibujo 5

Si la posición de los luminarios se limita a que sean colocados únicamente en uno de los lados del área por iluminar, el sistema será eficiente dentro de una distancia de dos veces la altura de montaje, a menos que el diseñador esté de acuerdo en sacrificar la calidad del sistema desde el punto de vista del deslumbramiento.

ILUMINACIÓN DE ÁREAS EXTERIORES



Dibujo 6

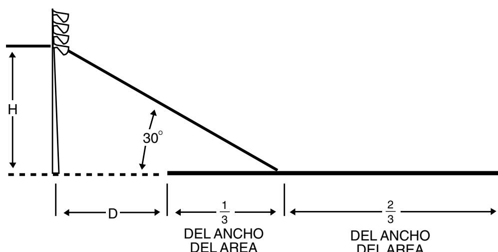
La iluminación de áreas localizando el equipo en el centro puede ser más económico, pero se sugiere emplear la localización periférica para proporcionar la visibilidad necesaria en entradas y salidas.

ILUMINACIÓN PARA ÁREAS DEPORTIVAS

ARENA VISIÓN			
GRADOS DE APERTURA DEL HAZ			TIPO NEMA*
10°	a	18°	1
18°	a	29°	2
30°	a	46°	3
47°	a	70°	4
71°	a	100°	5
101°	a	130°	6
130°	a	más	7

* NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION

DETERMINACIÓN DE ALTURA MÍNIMA DE MONTAJE DE PROYECTORES PARA ÁREAS DEPORTIVAS



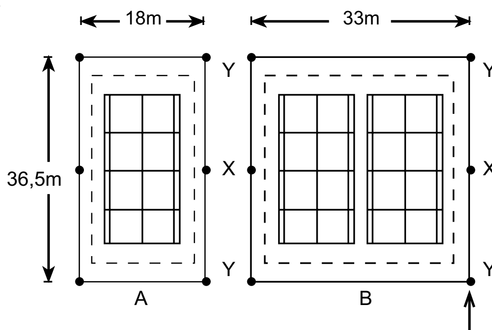
DONDE

H = (D + 1/3 DEL ANCHO DEL ÁREA)

H= Altura de montaje

SOLUCIONES TIPO DE ILUMINACIÓN DEPORTIVA

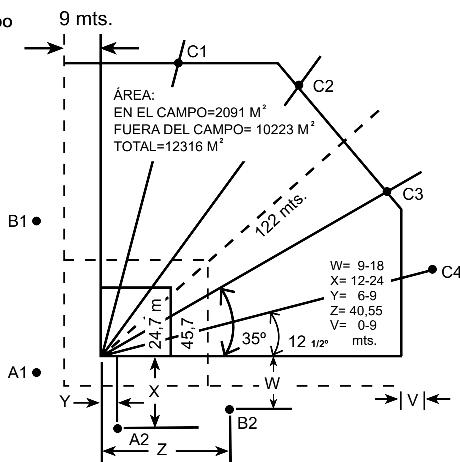
TENIS



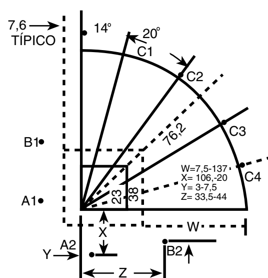
TENIS REGLAMENTADO

NOTA: LOS DATOS DE CUALQUIER RENGLÓN DE LAS COLUMNAS INFERIORES SON APLICABLES AL RENGLÓN COMPLETO							*ARENA VISIÓN*	*1888 WATTS Lámpara, AM1888/U*
No. DE POSTES Y LOCALIZACIÓN X	Y	ALTURA DE MONTAJE (m)	No. CANCHAS	CANTIDAD TOTAL DE LUMINARIOS	LUXES PROM. MANT.	KW TOTALES 1,13 C/U	*CANT / POSTE*	
-	4	12,0	1	8	300	9	2Y	
2	4	10,5	1	8	380	9	2X/1Y	
2	4	10,5	1	12	-	-	-	
2	4	10,5	2	12	330	13,5	2X/2Y	
2	4	10,5	2	16	-	-	-	
2	4	10,5	2	24	-	-	-	

BÉISBOL REGLAMENTADO

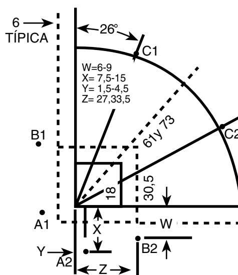


ILUMINACIÓN DEPORTIVA



BÉISBOL: INFANTIL CLASE II

FUERA DEL CAMPO	ÁREA (m²)		
	D. CAMPO	F. CAMPO	TOTAL
76 mR	1460	4335	5815

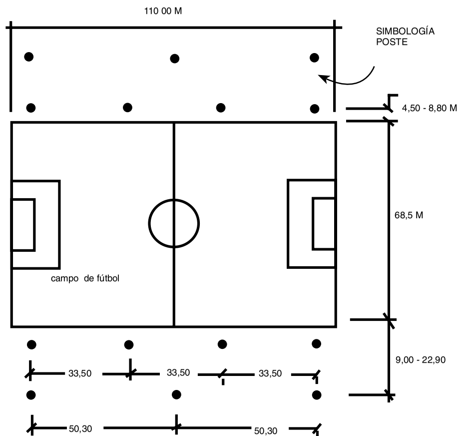


BÉISBOL: INFANTIL CLASE 1
SOFTBOL: 61 y 73 FUERA DEL CAMPO

FUERA DEL CAMPO	ÁREA (m²)		
	D. CAMPO	F. CAMPO	TOTAL
73 mR	935	4230	5165
61 mR	935	2785	3720

CLASE	LUXES (a) PROMEDIO MANTENIDOS ZONA DEL CAMPO		ALTURA DE MONTAJE (m)	POSTERS	ARENA VISIÓN 1500 WATTS A.M. — LÁMPARA DE ADITIVOS METÁLICOS 1500 WATTS AM1500/HB11/E						
	DENTRO	FUERA			No. DE LOCALI-ZACIONES	CANTIDAD/POSTES/NO CAT/ TIPO DE HAZ NEMA 3	NEMA 4	NEMA 5	NEMA 6	CANTI-DAD TOTAL	KW TOTALES 1,63C/U
REGLAMENTADO A y B	500	300	27	A	2	3	3	4	-	20	-
				B	2	4	5	4	-	26	-
				C	4	2	3	4	-	36	-
			TOTAL	-	8	22	28	32	-	82	133,7
REGLAMENTADO C y D	300	200	21	A	2	-	2	4	-	12	-
				B	2	4	4	2	-	20	-
				C	4	-	2	4	-	24	-
			TOTAL	-	8	8	20	28	-	56	91,3
SEMIPROFESIONAL Y REGLAMENTADO MUNICIPAL	200	150	21	A	2	-	-	4	-	8	-
				B	2	-	3	3	-	12	-
				C	4	-	1	3	-	16	-
			TOTAL	-	8	-	10	26	-	36	58,7
INFANTIL 23 m RADIO 76m CLASE II	300	200	15	A	2	-	-	2	2	8	-
			15	B	2	-	-	2	2	8	-
			18	C	4	-	-	1	2	12	-
			TOTAL	-	8	-	-	12	16	28	45,6
INFANTIL 23 m RADIO 76m CLASE II	300	200	12	A	2	-	-	2	2	8	-
			12	B	2	-	-	2	2	8	-
			15	C	4	-	-	-	3	6	-
			TOTAL	-	6	-	-	8	14	22	35,9
INFANTIL 18 m RADIO 61m CLASE I	200	150	11	A	2	-	-	1	1	4	-
			11	B	2	-	-	2	2	8	-
			12	C	4	-	-	1	2	6	-
			TOTAL	-	6	-	-	8	10	18	29,3
SEMI-PROFESIONAL 18m RADIO 61 m SOFTBOL	300	200	12	A	2	-	-	2	2	8	-
			12	B	2	-	-	2	2	8	-
			15	C	4	-	-	2	2	8	-
			TOTAL	-	6	-	-	12	12	24	34,1

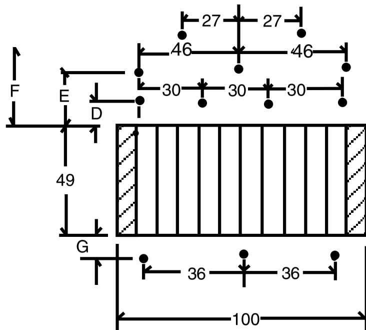
FÚTBOL SOCCER



LUMINARIO ARENA VISIÓN
1500 Watt ADITIVOS METÁLICOS.

NIVEL LUXES	No. DE POSTES	ZONIFICACIÓN SEPARACIÓN LÍNEA DE BANDA A POSTES	ALTURA DE MONTAJE (POSTE)	TIPO DE NEMA Y CANTIDAD DE LUMINARIOS				
				NEMA 2	NEMA 3	NEMA 4	NEMA 5	No. TOTAL
500	6 6	30,00 23,00 MTS	30,00 27,00 MTS	8	8 14			96 84
300	6 6	23,00 15,00	27,00 23,00		8 4	4		48 48
200	6 6	9,00 6,00	18,00 16,00		3	3 3	2	36 40

FÚTBOL AMERICANO



FÚTBOL AMERICANO REGLAMENTO

ANCHO 48.78 m LARGO 109,75 m ÁREA 5354 m²

LUXES MANTE-NIDOS	No. POSTES	COLOCA-CIÓN (m)	DIMEN-SIÓN	REFLECTOR ARENA VISIÓN* A.M. 1500 Watt — CANTIDAD DE POSTES/TIPO DE HAZ					KW TOTALES 1,63 CAL
				NEMA 2	NEMA 3	NEMA 4	NEMA 5	TOTAL	
1000	4 4 4	53,0 42,7 30,5	F F F	42 39 36	- - -	- - -	- - -	168 156 144	273,8 254,3 234,7
500		30,5 23,5 15,2	F F E	18 10 -	- 8 6	- - 5	- - -	72 72 66	117,4 117,4 107,6
300	6 6 6	23,5 15,2 9,1	E E G	4 - -	3 4 -	- 3 4	- - 2	42 42 36	68,5 68,5 58,7
200	6 6 8 8	15,2 9,1 9,1 6,0	G G D D	- - - -	- - - -	3 3 2 2	2 2 2 2	30 30 32 32	48,9 48,9 52,2 52,2

ALUMBRADO PÚBLICO

UTILIZACIÓN DE LUMINARIOS PARA ALUMBRADO PÚBLICO

En los calores tabulados a continuación, se indica la máxima separación que puede ser obtenida con diferentes luminarios y lámparas. Están de acuerdo a los niveles promedios mantenidos de iluminación y al criterio de relación de uniformidad máxima, recomendados por la IES.

CARACTERÍSTICAS DE ESTA TABLA

1) La columna de los luxes promedio mantenidos, se subdividió en dos columnas; en una se indican los luxes mínimos recomendados por la IES y en la otra los luxes realmente obtenidos para la separación dada. En algunos casos el nivel luminoso será considerablemente mayor al recomendado; esto se debe a que el criterio de diseño se basa en la relación de uniformidad, más que en la iluminación mínima.

2) Se consideró un montaje del luminario a 1,20 m del extremo de la acera sobre el arrollo, excepto para luminarios punta de poste, donde se consideran montados a 30 cm del extremo de la acera hacia el lado de la casa y a una altura de montaje que resulta atractiva para la vista.

3) Los valores dados en esta tabla son para colocación de postes a tresbolillo. Los postes pueden ser colocados a un solo lado, con una pequeña reducción en la uniformidad luminosa. En caso de poner los postes opuestos, el nivel luminosos se duplica y generalmente se mejora la uniformidad.

4) Si se usan postes ya instalados, cuya separación es menor a la separación máxima dada en las tablas, el nivel luminoso en luxes, que se tendrá, puede ser calculado multiplicando los luxes dados en la tabla por la relación del espaciamiento máximo sobre le espaciamiento real.

5) Los datos dados en esta tabla son los resultados de un cuidadoso estudio, en el que se emplearon los mejores patrones de distribución luminosa, así como las curvas fotométricas más adecuadas para cada aplicación.

EJEMPLO DEL EMPLEO DE LA TABLA

1. Determina el sistema más económico para iluminar una calle residencial, de acuerdo al mínimo recomendado por el IES y que tiene un ancho de 12 m Consultamos la tabla en la sección residencial: clasificación de tráfico local y buscamos cual es el luminario que nos da mayor separación entre postes. El luminario que da mayor separación entre postes es **SRP-604** con una separación de 76 m, además también es el luminario que consume menos kiloWatt por 5 kilómetros, por lo tanto, el luminario óptimo para ésta aplicación es **SRP-604** con lámpara de sodio alta presión de 150 Watt.

2. Un ingeniero encargado de la iluminación de una ciudad, desea reemplazar sus viejos luminarios con mercurio, por luminarios con sodio o alta presión, empleando el sistema de postería que actualmente tiene, los cuales, están colocados con una separación de 30 m y una altura de montaje de 12m. El ancho de la calle es de 18 m y quiere tener un nivel luminoso de 50 luxes aproximadamente. Consultando la tabla en la sección comercial en el área de mayores, hay que buscar que los luminarios, empleando lámparas de sodio alta presión, nos den una separación de postes de 30 m para anchos de calle de 18 m y altura de montaje de 12m. Como se está empleando una colocación de postes opuesta, el nivel luminoso que se debe buscar en la tabla deberá ser de la mitad del nivel deseado. El luminario **SRP-604** (renglón 142) nos da un nivel luminoso de 21,6 con una separación de 40 m si es colocado a tresbolillo; como la colocación será opuesta, el nivel luminoso será de 2x21,6 = 43,2 luxes y como la separación de postes será de 30 m en lugar
de 40 m, el nivel de iluminación será de:

$$43{,}2 \times \frac{40}{30} = 57{,}6 \text{ luxes}$$

CLASIFICACIÓN IES DE VIA

Clasificación por área	Clasificación por tráfico	Promedio de luxes mantenidos		Relación de uniformidad		No. de renglón	Luminario	Lámpara	Ancho de vía (m)	Altura de montaje (m)	Separación tresbolillo (m)	km/km	Lúmens iniciales	MF
		mín. IES	real	máx. IES	real									
RESIDENCIAL	CALLEJONES	2	3,7	6	6,0	1	SRP-604	VM 175	7,6	7,6	55	3,69	6150	0,70
			3,7		6,0	2	SRP-604		7,6	7,6	55	3,69	8150	0,70
			6,5		5,8	3	SRP-822		7,6	7,6	40	5,12	8150	0,69
			3,8		5,7	4	SRP-604	SAP70	7,6	7,6	52	1,56	5800	0,69
			3,8		5,7	5	SRP-604		7,6	7,6	52	1,56	5800	0,69
			3,7		5,3	6	SRP-822		7,6	7,6	43	1,89	5800	0,69
	LOCAL	4	4,1	6	2,4	7	SRP-604	VM 175	9,0	9,0	40	5,10	6150	0,70
			4,1		2,4	8	SRP-604		9,0	9,0	40	5,10	8150	0,70
			5,0		2,9	9	SRP-822		9,0	9,0	37	5,60	8150	0,69
			4,2		3,6	10	SRP-604	VM 250	9,0	9,0	52	6,50	11500	0,65
			4,2		3,6	11	SRP-604		9,0	9,0	52	5,50	11500	0,65
			6,0		5,4	12	SRP-822		9,0	9,0	46	6,20	11500	0,65
			5,6		5,1	13	SRP-822		9,0	9,0	46	6,20	11500	0,69
			4,1		2,2	14	SRP-604	SAP 70	9,0	9,0	40	2,0	5800	0,69
			4,1		2,2	15	SRP-604		9,0	9,0	40	2,0	5800	0,69
			5,0		2,0	16	SRP-822		9,0	9,0	27	3,0	5800	0,69
			4,3		5,2	17	SRP-604	SAP 100	9,0	9,0	61	1,9	9500	0,69

CLASIFICACIÓN IES DE VIA														
Clasificación por área	Clasificación por tráfico	Promedio de luxes mantenidos		Relación de uniformidad										
		mín. IES	real	máx. IES	real	No. de renglón	Luminario	Lámpara	Ancho de vía (m)	Altura de montaje (m)	Separación tresbolillo (m)	km/km	Lúmenes iniciales	MF
RESIDENCIAL	LOCAL	4	4,3	5	5,2	18	SRP-604		9,0	9,0	61	1,3	9500	0,69
			5,0		3,0	19	SRP-822		9,0	9,0	45	2,6	9500	0,69
			7,3		5,2	20	SRP-604	SAP 150	9,0	9,0	61	2,6	16000	0,69
			7,3		5,2	21	SRP-604		9,0	9,0	61	2,6	16000	0,69
			6,3		5,9	22	SRP-822		9,0	9,0	55	3,1	16000	0,69
			7,2		5,6	23	SRP-822		9,0	9,0	52	2,3	16000	0,69
			4,0		2,2	24	SRP-604	VM 175	9,0	9,0	37	4,5	8180	0,70
			4,0		2,2	25	SRP-604		9,0	9,0	37	6,5	8150	0,70
			5,2		2,4	26	SRP-822		9,0	9,0	40	8,2	8150	0,69
			4,2		3,0	27	SRP-604	VM 250	9,0	9,0	46	8,2	11500	0,65
			4,2		3,0	28	SRP-604		9,0	9,0	45	8,2	11500	0,65
			5,1		5,8	29	SRP-822		9,0	9,0	45	8,2	11500	0,65
			6,3		4,5	30	SRP-822		9,0	9,0	43	4,4	11500	0,69
			4,2		3,3	31	SRP-604	SAP 70	9,0	9,0	33	2,4	5800	0,58
			4,2		3,3	32	SRP-604		9,0	9,0	33	2,4	5830	0,58
			5,0		2,0	33	SRP-822		9,0	9,0	27	2,6	5800	0,69
			4,2		3,5	34	SRP-604	SAP 100	9,0	9,0	52	2,3	9500	0,69
			4,2		3,5	35	SRP-604		9,0	9,0	52	2,3	9500	0,69
			5,5		2,0	36	SRP-822		9,0	9,0	40	2,9	9500	0,69
			4,6		5,3	37	SRP-604	SAP 150	12,0	9,0	76	2,2	16000	0,69
			4,6		5,3	38	SRP-604		12,0	9,0	76	2,2	16000	0,69
			5,0		5,3	39	SRP-822		12,0	9,0	49	3,5	16000	0,69
			6,4		5,0	40	SRP-822		12,0	9,0	35	2,1	16000	0,69
	COLECTOR	4	6,0	3	2,0	41	SRP-604	VM 250	9,0	9,0	37	7,8	11500	0,65
			6,0		2,0	42	SRP-604		9,0	9,0	37	7,8	11500	0,65
			7,4		2,7	43	SRP-822		9,0	9,0	37	7,6	11500	0,65
			5,2		2,2	44	SRP-822		9,0	9,0	30	8,9	11500	0,59
			8,5		2,9	45	SRP-604	VM 400	9,0	9,0	42	9,4	21500	0,60
			11,9		2,9	46	SRP-822		9,0	9,0	30	13,7	21500	0,60
			7,7		3,0	48	SRP-604	SAP 150	9,0	9,0	55	3,1	16000	0,69
			7,7		3,0	49	SRP-604		9,0	9,0	55	3,1	16000	0,69
			9,4		3,0	50	SRP-822		9,0	9,0	40	4,3	18000	0,69
			8,0		3,0	51	SRP-822		9,0	9,0	45	3,7	18000	0,69
			6,2		2,1	53	SRP-604	VM 250	12,0	9,0	33	9,35	11500	0,65
			6,2		2,1	54	SRP-604		12,0	9,0	30	9,35	11500	0,65
			6,9		3,0	55	SRP-822		12,0	9,0	33	8,50	11500	0,65
			8,1		2,2	56	SRP-822		12,0	9,0	27	10,39	11500	0,69
			8,2		3,0	57	SRP-604	VM 400	12,0	9,0	45	10,05	21500	0,60
			11,3		2,8	58	SRP-822		12,0	9,0	33	15,09	21500	0,60
			7,3		2,8	60	SRP-604	SAP 150	12,0	9,0	49	3,48	35000	0,69
			7,3		2,8	61	SRP-604		12,0	9,0	49	3,48	16000	0,69
			8,3		2,8	62	SRP-822		12,0	9,0	33	5,06	16000	0,69
			8,5		3,2	63	SRP-822		12,0	9,0	40	4,29	16000	0,69
	MAYOR	10	23,4	3	2,2	65	SRP-604	VM 400	12,0	9,0	37	12,58	21500	0,60
			21,2		3,0	66	SRP-822		12,0	9,0	33	13,72	21500	0,60
			12,6		2,3	67	SRP-604	SAP 150	12,0	9,0	33	5,06	15300	0,69
			12,4		2,3	68	SRP-604		12,0	9,0	33	5,06	13000	0,69
			17,2		2,6	69	SRP-822		12,0	9,0	30	5,61	16000	0,69
			15,4		2,5	70	SRP-822		12,0	9,0	24	6,96	16000	0,69
			13,4		3,0	71	SRP-604	SAP 250	12,0	9,0	64	4,89	27500	0,69
			12,4		2,7	72	SRP-822		12,0	9,0	37	8,83	27500	0,69

CLASIFICACIÓN IES DE VIA

Clasificación por área	Clasificación por tráfico	Promedio de luxes mantenidos mín. IES	Promedio de luxes mantenidos real	Relación de uniformidad máx. IES	Relación de uniformidad real	No. de renglón	Luminario	Lámpara	Ancho de vía (m)	Altura de montaje (m)	Separación tresbolillo (m)	km/km	Lúmenes iniciales	MF
RESIDENCIAL	MAYOR	10	11,3	3	2,8	75	SRP-604	VM 400	18,0	9,0	24	18,87	21500	0,60
			11,1		2,2	76	SRP-822		18,0	9,0	15	30,19	21500	0,60
			10,8		2,3	77	SRP-604	SAP 250	18,0	9,0	24	6,97	16000	0,69
			10,8		2,3	78	SRP-604		18,0	9,0	24	6,97	16000	0,69
			10,9		2,6	79	SRP-822		18,0	9,0	21	7,97	16000	0,69
			16,5		3,0	80	SRP-604	SAP 250	18,0	9,0	30	9,84	27500	0,69
			16,9		2,5	81	SRP-822		18,0	9,0	24	14,05	27500	0,69
			13,0		2,5	82	SRP-822		18,0	9,0	24	12,30	27500	0,69
			13,6		2,7	83	SRP-822	SAP 400	18,0	9,0	42	11,24	27500	0,69
INTERMEDIO	LOCAL	6		3				USE RESIDENCIAL - COLECTOR (Nos. 41-64)						
	COLECTOR	9	9,0	3	2,7	84	SRP-604	VM 400	9,0	9,0	37	10,1	21500	0,60
			11,9		2,9	85	SRP-822		9,0	9,0	33	13,7	21500	0,60
			9,1		2,5	86	SRP-604	SAP 150	9,0	9,0	45	3,7	16000	0,69
			9,1		2,6	87	SRP-604		9,0	9,0	46	3,7	16000	0,69
			9,4		3,0	88	SRP-822		9,0	9,0	40	4,3	16000	0,69
			11,3		2,2	89	SRP-822		9,0	9,0	33	5,1	16000	0,69
			11,9		2,9	90	SRP-604	SAP 250	9,0	9,0	64	4,7	27500	0,69
			13,2		3,0	91	SRP-822		9,0	9,0	43	7,0	27500	0,69
			9,3		2,5	92	SRP-604	VM 400	12,0	9,0	40	11,6	21500	0,60
			11,3		2,6	93	SRP-822		12,0	9,0	30	15,0	21500	0,60
			9,1		2,9	94	SRP-604	SAP 150	12,0	9,0	43	4,0	16000	0,69
			9,1		2,9	95	SRP-604		12,0	9,0	43	4,0	16000	0,60
			9,3		2,8	96	SRP-822		12,0	9,0	33	5,0	16000	0,69
			12,4		2,3	97	SRP-822		12,0	9,0	27	6,2	16000	0,69
			10,7		2,8	98	SRP-604	SAP 250	12,0	9,0	61	4,9	27500	0,69
			10,1		2,9	99	SRP-822		12,0	9,0	46	6,5	27500	0,69

continuación...

CLASIFICACIÓN IES DE VIDA

INTERMEDIO	MAYOR	14	15,1	3	2,1	100	SRP-604	VM 400	12,0	9,0	24	18,9	21500	0,60
			14,1		2,1	101	SRP-822		12,0	9,0	24	18,9	21500	0,60
			14,4		2,2	102	SRP-604	SAP 150	12,0	9,0	24	7,0	16000	0,59
			14,4		2,2	103	SRP-604		12,0	9,0	24	7,0	16000	0,69
			14,5		2,1	104	SRP-822		12,0	9,0	21	8,0	16000	0,69
			18,3		2,3	105	SRP-822		12,0	9,0	18	9,3	16000	0,69
			14,5		2,7	106	SRP-604	SAP 250	12,0	9,0	45	6,5	27500	0,69
			14,1		2,7	107	SRP-822		12,0	9,0	33	8,9	27500	0,69
			14,2		1,6	108	SRP-604	VM 400	18,0	12,0	18	25,1	21500	0,50
			15,6		1,5	109	SRP-822		18,0	12,0	15	30,2	21500	0,50
			15,4		2,5	110	SRP-604	SAP 250	18,0	12,0	30	12,3	27500	0,69
			15,3		2,0	111	SRP-822		18,0	12,0	21	14,0	27500	0,69
			17,3		3,0	112	SRP-604	SAP 400	18,0	12,0	49	6,1	50000	0,69
			16,2		3,0	113	SRP-822		18,0	12,0	40	7,6	50000	0,69
COMERCIAL	COLECTOR	12	12,1	3	2,1	114	SRP-604	VM 400	12,0	9,0	30	15,1	21500	0,50
			12,5		2,3	115	SRP-822		12,0	9,0	27	16,8	21500	0,60
			12,8		2,4	116	SRP-604	SAP 150	12,0	9,0	27	5,2	16000	0,59
			12,8		2,4	117	SRP-604		12,0	9,0	27	6,2	16000	0,69
			12,7		2,4	118	SRP-822		12,0	9,0	24	7,0	16000	0,69
			15,8		2,5	119	SRP-822		12,0	9,0	21	8,0	16000	0,69
			12,1		3,0	120	SRP-604	SAP 250	12,0	9,0	55	5,5	27500	0,69
			13,0		2,7	121	SRP-822		12,0	9,0	37	8,2	27500	0,69
			12,2		1,8	122	SRP-604	VM 400	18,0	12,0	21	21,5	21500	0,60
			13,0		1,8	123	SRP-822		18,0	12,0	18	25,2	21500	0,50
			12,8		2,8	124	SRP-604	SAP 250	18,0	12,0	37	8,2	27500	0,69
			11,9		2,2	125	SRP-822		18,0	12,0	27	10,9	27500	0,69
			17,3		3,0	126	SRP-604	SAP 400	18,0	12,0	49	9,9	50000	0,69
			16,2		3,0	127	SRP-822		18,0	12,0	40	12,2	50000	0,59

continuación...

CLASIFICACIÓN IES DE VIDA

CLASIFICACION IES DE VIA														
Clasificación por área	Clasificación por tráfico	Promedio de luxes mantenidos		Relación de uniformidad										
		mín. IES	real	máx. IES	real	No. de renglón	Luminario	Lámpara	Ancho de vía (m)	Altura de montaje (m)	Separación tresbolillo (m)	km/km	Lúmenes iniciales	MF
COMERCIAL	COLECTOR	12	23,4	3	1,2	128	SRP-604	VM 400	24,0	12,0	9	50,3	21500	0,60
			21,2		1,3	129	SRP-822		24,0	12,0	9	50,3	21500	0,60
			12,6		2,6	130	SRP-604	SAP 250	24,0	12,0	30	9,5	27500	0,69
			12,4		2,0	131	SRP-822		24,0	12,0	21	14,0	27500	0,69
			17,2		2,7	132	SRP-604	SAP 400	24,0	12,0	40	12,2	50000	0,69
			15,4		2,6	133	SRP-822		24,0	12,0	33	14,4	50000	0,69
	MAYOR	20	20,2	3	1,9	134	SRP-604	VM 400	12,0	9,0	18	25,2	21500	0,60
			22,4		2,0	135	SRP-822		12,0	9,0	15	30,2	21500	0,60
			21,1		2,7	136	SRP-604	SAP 250	12,0	9,0	30	9,8	27500	0,58
			22,0		2,2	137	SRP-822		12,0	9,0	30	14,0	27500	0,69
			20,5		2,5	138	SRP-604	SAP 400	12,0	9,0	58	8,3	50000	0,69
			23,7		2,9	139	SRP-822		12,0	9,0	40	12,2	50000	0,69
			21,4		1,4	140	SRP-604	VM 400	18,0	9,0	12	37,7	21500	0,60
			26,1		1,4	141	SRP-822		18,0	9,0	9	50,3	21500	0,60
			21,5		2,9	142	SRP-604	SAP 250	18,0	9,0	40	12,2	50000	0,59
			20,8		2,1	143	SRP-822		18,0	9,0	30	15,8	50000	0,59
			23,4		1,2	144	SRP-604	SAP 400	24,0	9,0	9	50,3	21500	0,60
			21,2		1,3	145	SRP-822		24,0	9,0	9	50,3	21500	0,60
			20,5		1,6	146	SRP-604	VM 400	24,0	9,0	18	15,4	27500	0,59
			14,5		2,0	147	SRP-822		24,0	9,0	12	24,6	27500	0,69
			20,9		2,9	148	SRP-604	SAP 400	24,0	9,0	33	14,4	50000	0,69
			21,1		1,8	149	SRP-822		24,0	9,0	24	19,8	50000	0,69

¿QUÉ ES UN BALASTRO?

Según NOM-058-SCFI-1999 Es un dispositivo que, por medio de inductancias, capacitancias, o resistencias, solas o en combinación, limita la corriente de las lámparas fluorescentes al valor requerido para su operación correcta y también, cuando es necesario suministra la tensión y corriente de arranque, y en el caso de balastros para lámparas de arranque rápido, provee la tensión para calentamiento de los cátodos.



BALASTROS CLASE P. CON PROTECCIÓN TÉRMICA

Los Balastros Protegidos Térmicamente (opcional) contra sobrecalientamiento por medio de un protector sensible a la temperatura de los devanados y a la corriente eléctrica debe prevenir que la temperatura de su caja metálica no exceda los límites máximos permisibles, de acuerdo con los últimos requisitos de prueba de **UL**.

El protector debe permitir que la temperatura de los davanados llegue a 105°C bajo condiciones normales, a temperatura ambiente de 40°C sin desconectar el circuito del devanado primario, pero debe desconectarlo si las temperaturas sobrepasan este valor, con lo cual la instalación quedará debidamente protegida evitando que haya escurrimientos de asfalto y que se deteriore el equipo.

CONEXIÓN A TIERRA

1 Los balastros para lámparas fluorescentes deben tener conectada su caja metálica a la tierra efectiva de la instalación eléctrica. De esta forma si se produce un corto circuito entre el cable de línea y la caja del balastro, o bien, al final de la vida útil del balastro cuando la degradación del sistema de aislamiento eléctrico por envejecimiento disminuye su resistencia por debajo del valor mínimo que especifícan las normas (50 KΩ), una corriente eléctrica circulará a través del aislamiento a tierra y en cierto momento el fusible de protección de la instalación se fundirá Si el balastro no tiene su caja metálica conectada a la tierra de la instalación eléctrica, su cubierta se energizará y cualquiera que la toque recibirá una descarga eléctrica.

2 En todo los balastros para lámparas fluorescentes marca PHILIPS destinados a conectarse entre fase y neutro, al cable BLANCO deberá conectarse al NEUTRO.

Las lámparas fluorescentes de arranque rápido deberán estar a no más de 13 mm de un reflector metálico conectado a tierra, de no menos de 25 mm de ancho de ancho. Cuando la lámpara esta cerca de este reflector, se crea un campo eléctrico entre la lámpara y el metal formándose un capacitor. Esto proporciona una ayuda indispensable para establecer el arco. Existen lámparas de arranque rápido como circulares en forma de U y los tubulares, divididas según las cantidades de corriente a la que operan en:

* Baja densidad de Corriente
* Mediana densidad de corriente (alta luminosidad).
* Alta densidad de corriente (muy alta luminosidad).

EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Todo el equipo integrado de iluminación (luminario / balastro / lámparas) se prueba a una temperatura ambiente de 25 °C, que reproduce las condiciones normales en la práctica. Sin embargo, en las nuevas construcciones en que todavía no se instala el equipo para aire acondicionado, o en fábricas en que no existe, no es difícil encontrar temperaturas ambiente de 40 °C a 50 °C en el lugar en que se encuentra el equipo de iluminación.

Esta temperatura ambiente elevada afecta las temperaturas de operación de balastro. ¿Hasta qué grado?. Las pruebas a combinaciones luminario-balastro han demostrado que cada 1 °C de aumento en la temperatura ambiente causa un incremento de 0,9°C en la temperatura de la caja del balastro. Por lo tanto, a una temperatura ambiente de 30°C, la temperatura en la caja del balastro aumentará 4,5 °C con respecto a la temperatura que se registra a 25°C.

RUIDO

Se puede clasificar el ruido producido por los balastros en dos grupos.

a El que se presenta con una frecuencia entre 100 y 150 Hz.
b El que se manifiesta a 100 Hz o más.

El primero es causado por la vibración del núcleo de acero del balastro bajo la influencia de las fuerzas ejercidas sobre ellos por el campo magnético. El segundo es producido por las armónicas elevadas de la corriente de la lámpara.

Hay tres formas posibles en que este ruido puede ser amplificado en la instalación del equipo de alumbrado:

1 Método inadecuado de montaje del balastro en el luminario. Se recomienda que todos los agujeros de la base del balastro se utilicen para fijar firmemente el balastro al luminario.

2 Luminario mal diseñado. Si no está bien diseñado, tiene partes sueltas o su construcción y montaje no son rígidos, provoca una amplificación del ruido.

3 Características resonantes del techo, piso, paredes y muebles.

El nivel de ruido ambiente en el interior de un local determinado, también es importante y debe ser cuidadosamente considerado. Resulta obvio que el ruido producido por el balastro es más importante en una estación de radio difusión que en una tienda.

La elección del balastro para lámparas fluorescentes debe hacerse en base al nivel sonoro del lugar en que ha de instalarse. Los balastros están clasificados según grupos dependientes del nivel de intensidad sonoro ambiente. A continuación se muestra esta clasificación.

PHILIPS
ADVANCE

EJEMPLOS	PROMEDIO DE RUIDO EN DECIBELES EN EL MEDIO AMBIENTE	CLASIFICACION POR SONIDO
RESIDENCIAS (1) BIBLIOTECAS (1) ESTACIONES DE RADIO Y TV IGLESIAS	20 A 24	A
BIBLIOTECAS (2) RESIDENCIAS (2) ESCUELAS SALAS DE LECTURA	25 A 30	B
EDIFICIOS OFICINAS (1) ALMACENES (1)	31 A 36	C
TIENDAS (1) OFICINAS (2) SALA DE CLASE	37 A 42	D
TIENDAS (2) ALMACENES (2) INDUCTRIA LIGERA ALUMBRADO EXTERIOR	43 A 49	E
INDUCTRIA PESADA ALUMBRADO PÚBLICO PARQUES DE DIVERSIONES	49 EN ADELANTE	F

Los balastros para lámparas fluorescentes marca PHILIPS están construidas y diseñadas para ofrecer un funcionamiento silencioso. La laminación troquelada con gran presión, el control exacto de los entrehierros, la construcciòn compesada, la prevenciòn de elevadas gradientes magnèticas, el encapsulado en compuesto asfàltico elàstico a la tempertura normal de operaciòn del balastro, el impregnado al vacìo en cera asfàltica flexible, la sujetaciòn de la laminaciòn por medio de broches de presiòn de gran resistencia y elasticidad y un proceso de fabricaciòn y de control adecuados hacen de los balastros PHILIPS los màs silenciosos del mercado.

En las tablas de características de operación de los balastros se incluye su clasificación por sonido recomendable para su instalación. Para tener un criterio, se incluye la siguiente tabla

NIVEL DE RUIDOS AMBIENTE	1a ELECCION	2a ELECCION	3a ELECCION
20 - 24 DECIBELES	A	B	C
25 - 30 DECIBELES	B	C	D
31 - 36 DECIBELES	C	D	
37 - 42 DECIBELES	D		

1a ELECCIÓN El uso de los balastros en esta clasificación será satisfactorio para el nivel de ruido ambiente.

2a ELECCIÓN El uso de los balastros en esta clasificación será satisfactorio, pero debe montarse bien en el luminario, y debe considerarse las características resonantes del techo, del piso, paredes y muebles.

3a ELECCIÓN El uso de los balastros en esta clasificación exige un buen montaje del balastro, luminario bien diseñado, poca resonancia de techo, piso, paredes, muebles, y deben esperarse períodos de silencio excepcional.

Mejor Funcionamiento Vida Útil Más Larga

Al balastro para lámparas fluorescentes, se le ha considerado el corazón del equipo de iluminación A pesar de ser un elemento tan importante, se le ha subestimado, se ha abusado de él y se ha utilizado incorrectamente. El resultado final en muchas instalaciones de iluminación, ha sido la destrucción prematura de los balastros. Cuando se utiliza correctamente, un balastro puede ser uno de los componentes mas confiables del sistema eléctrico.

SUGERENCIAS PARA DISMINUIR LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN

1 Ventilar el comportamiento en que se encuentra el balastro con la ayuda de agujeros en la base y la parte superior si es posible, o por algun otro medio.

2 Reducir el calor generado por las lámparas que están abajo del balastro, procurando una buena ventilación al comportamiento de las mismas.

3 Colocar el balastro directamente (sin la utilización de las perjudiciales rondanas de hule u otros materiales), sobre una sección de la superficie del gabinete que este a menor temperatura, por lo menos una superficie completa del balastro debe estar en íntimo contacto con el gabinete metálico.

4 Emplear radiadores o dispositivos auxiliares apropiados para la disipación del calor.

5 Aumentar las propiedades de radiación del calor en el compartimiento en que se instale el balastro, pintando el gabinete interiormente con pintura mate, no metálica.

6 Si el gabinete contiene dos o más balastros, hay que separarlos y orientarlos de manera que no se calienten unos a otros.

7 Si el balastro no se monta en gabinetes metálicos, deberá montarse sobre una superficie metálica no menor en área de tres veces la de la base del balastro.

BALASTROS PARA LAMPARAS COMPACTAS DE BAJA POTENCIA

Recientemente han sido desarrolladas unas novedosas lámparas fluorescentes de baja potencia de 7, 9 y 13 Watt del tipo de encendido precalentado. No se hace necesario utilzar un arrancador en el circuito porque cada lámpara tiene el suyo integrado en la base del bulbo. Estas lámparas son de tamaño compacto y de bajo consumo de energía por lo que se necesita de balastros diseñados especialmente para ellas. Balastros que hemos venido proporcionado al mercado nacional e internacional desde su innovación.

Características principales:

* Ahorro considerable en los costos de energía.
* Las lámparas proporcionan su capacidad luminosa total.
* Operan 20% más fríos que los balastros normales.
* Permiten reducir los costos de mantenimiento.

PHILIPS ADVANCE

La Potencia (Watt) de entrada y la potencia nominal de la lámpara, se reducen notablemente en comparación con los balastros normales en la misma aplicación.

Balastros **PHILIPS DE ALTA EFICIENCIA** de encendido rápido. En promedio 10 Watt menos que el balastro normal.

Balastros **PHILIPS DE ALTA EFICIENCIA** de encendido instántaneo. En promedio 10 Watt menos que el balastro normal para 39 o 40 Watt nominales de lámpara y 22 Watt menos, para 75 Watt nominales de lámpara. Si la comparación se hace con otras marcas de balastros disponibles comercialmente, los ahorros en consumo serán mayores.

Balastros **PHILIPS DE ALTA EFICIENCIA** de encendido por precalentamiento. En promedio 7 Watt menos que el balastro normal.

Son intercambiables físicamente con los balastros normales, lo cual facilita su aplicación en instalaciones nuevas o existentes. Son **clase P** por lo que tienen protección térmica.

En los Estados Unidos de Norteamérica regula una ley que determina que algunos balastros para lámparas fluorescentes sean del tipo ALTA EFICIENCIA. Los cuales representan alrededor del 80% de ventas de Mercado Norteamericano. Esta ley es recomendada por **NEMA** (Asociación de Fabricantes de Equipo Eléctrico de los E.U.) y aprobada por el congreso, pues tiene como finalidad principal, el mejor manejo y aprovchamiento de energía. Los balastros regulados por esta ley son:

* Balastros para lámparas fluorescentes cuya tensión de línea sea 120 o 277 Volts, para frecuencia de 60 Hz.
* Balastros para dos lámparas F96T12 tipo Slimline o encendido instantáneo.
* Balastros para dos lámparas F96T12 tipo H.O. de 800 MA. (Power Groove), 110 Watts (alta emisión luminosa).
* Balastros para dos lámparas de 32 Watts, encendido rápido F32T8."

PARA ESTOS BALASTROS SE DETERMINAN DOS CONDICIONES FUNDAMENTALES :

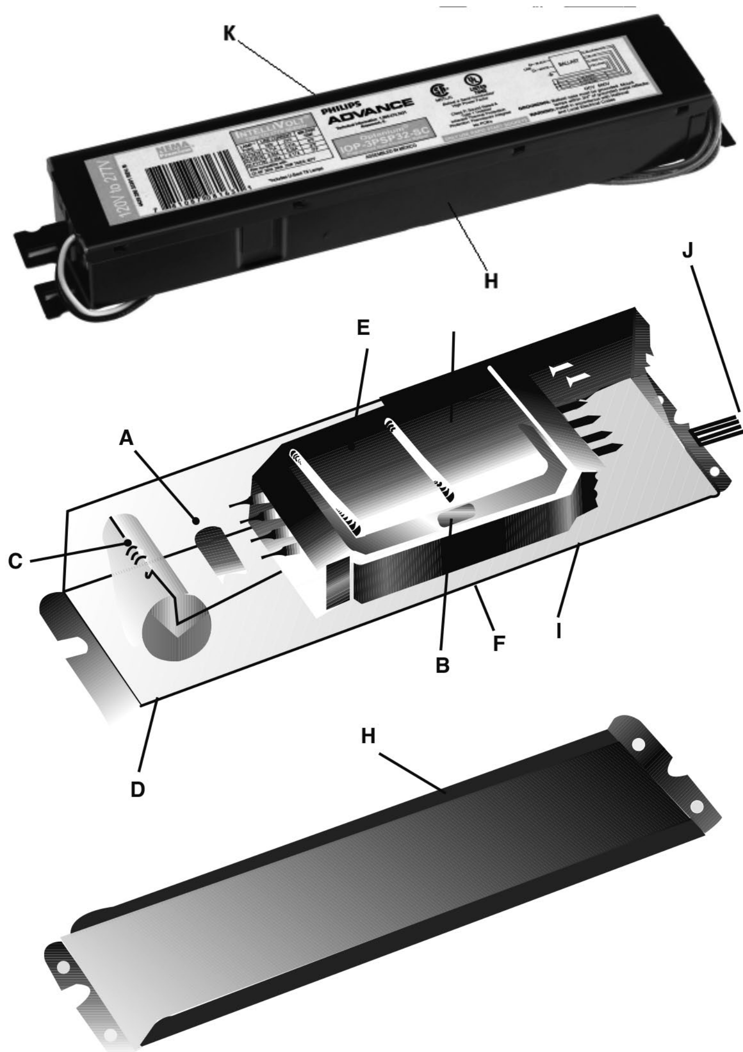
* Operar con un factor de potencia de 90% o mayor en la entrada del balastro.
* Operar con un factor de eficiecia del balastro (**BEF**), no menor que el especificado en la tabla que se muestra a continuación.

El factor de eficiencia se obtiene con la relación en la cantidad de luz emitida por las lámparas (promedio) entre la potencia de entrada del balastro.

N Y TIPO DE LAMPARA	TENSIÓN DE LÍNEA DEL BALASTRO (Volts)	FACTOR DE EFICIENCIA DEL BALASTRO
(1) F40T12	120 277	1,805 1,805
(2) F40T12	120 277	1,060 1,050
(2) F40T12	120 277	0,570 0,570
(2) F96T12HO	120 277	0,390 0,390
(2) F32T8	120 277	1,250 1,230

Los balastros PHILIPS DE ALTA EFICIENCIA que cumplen con estos requerimientos han sido evaluados, aprobados y claificados dentro de la categoría ENERGY EFFICIENT BALLASTS, que se da a los balastros que cumplen con el Factor de Eficiencia del balastro mencionado. Esta evaluación y aprobación puede ser realizada por las laboratorios **ETL** y reconocida por la Comisión de Energía del estado de California (**CEC**) y en ellos se apega **CBM** para dar su reconocimiento de calidad.

COMPONENTES DEL BALASTRO



DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

A FILTRO PARA RADIOINTERFERENCIA

Los balastros **PHILIPS** cuando así lo especifican las normas correspondientes, están equipadas con un capacitor que ayuda a suprimir la interferencia en los aparatos de radio y TV causada por la retroalimentación de la lámpara flourescente a la línea de alimentación y por radiación directa de la línea de suministro al circuito de la antena.

B PROTECCIÓN TÉRMICA (CLASE P)

Es un protector térmico que se acopla al circuito del balastro para evitar su funcionamiento a temperaturas excesivas que pueden ser causadas por tensiones de alimentación elevadas,instalaciones deficientes o fallas en otros componentes del equipo. Este dispositivo es opcional.

C RESISTENCIA

Las resistencias utilizadas en los balastros marca **PHILIPS** son los de máxima calidad y son sometidas a rigurosas pruebas de control de calidad.

D CAPACITOR

Los capacitores utilizadas en los balastros marca **PHILIPS** con el objeto de corregir el factor de potencia, satisfacen las condiciones necesarias de encendido y cualquier otro requerimiento, los construimos con materiales de la más alta calidad y la técnica mas moderna. Son sometidos a otras pruebas muy rigurosas, seis de ellas al cien por ciento de las capacitores utilizados. Cumplen con ventaja las normas (**NOM**) **CCONNIE** y **NEMA** correspondientes.

E DEVANADOS

Para los devanados se utilizan alambres magnetos de cobre y/o aluminio que cumplen satisfatoriamente los requisitos de calidad señalados en las especificaciones correspondientes. Estos conductores se prueban en el laboratorio de **Lumisistemas S.A. de C.V.** con el mismo equipo que utilizan los fabricantes de alambre magneto, siguiendo estrictamente las normas **NEMA** vigentes. Los materiales aislantes eléctricos (papeles, cintas, etc.) son de la misma calidad y son sometidas a las pruebas de control de calidad que le son aplicables. Para el proceso de devanado se utilizan máquinas de precisión que aseguran uniformidad en el producto. El conjunto laminación-bobinas se impregna al vacío (3 mm de mercurio de presión absoluta) en un compuesto altamente resistente a la humedad, flexible para amortiguar el ruido que inevitablemente produce el transformador y excelente transmisor de calor.

F SUJECIÓN DE LA LAMINACIÓN

En los balastros marca **PHILIPS** la laminación esta sujetada por sellos metálicos, flexibles de gran resistencia, que permite tener un núcleo silencioso de acero. Este sistema de sujeción, aunado a la presión con que se troquela la laminación. al control exacto de los entrehierros, a una construcción compensada, a la prevención de elevados gradientes magnéticos, al encapsulado e impregnado en compuetos flexibles y a procesos de fabricación y control adecuados, hacen que los balastros marca PHILIPS sean los mas silenciosos en el mercado.

NUCLEO **G**

El núcleo de los balastros marca PHILIPS está formado por la laminación de acero al silicio troquelado con precisión en troqueles progresivos y prensas automáticas de alta velocidad. Posteriormente la laminación es sometida a tratamiento térmico en un sofisticado proceso automatizado, para proprcionarle las características magnéticas deseadas y disminuir las pérdidas en el núcleo de acero, el proceso se controla por medio de pruebas de Epstein de acuerdo con las normas **ASTM** en vigor.

RECIPIENTE METÁLICO **H**

Está fabricado de lámina de acero rolada en frío troquelado de herramientas progresivas y prensas de alta velocidad, sometidos a limpiezas, fosfatizado, sellado, pintura por inmersión y horneado en una moderna línea continua. Se utiliza pintura negra semimate, resistente al calor y a la corrosión. Bajo pedido especial se pueden pintar en otro color, con acabados mate o semimate.

COMPUESTO PARA ENCAPSULADO **I**

Es un producto a base de asfalto soplado y sílice cuyo objeto es el de asegurar los componentes del balastro dentro de la caja metálica, ayuda a la disipación de calor, amortiguar el ruido inevitable que produce el transformador y proteger el conjunto contra la humedad. Este producto es sometido a pruebas de goteo, anillo y bola, conductividad térmica, porciento de cenizas, penetración, resistencia a la humedad y degradación. Ya en el balastro se califica su habilidad para amortiguar el ruido y la capacidad para transmitir el calor y proteger las componentes que encapsula.

CONDUCTORES PARA CONEXIÓN **J**

En los balastros marca **PHILIPS** se utiliza alambre de cobre, forrado con Policloruro de Vinilo para alta temperatura (clase 105 °C). Estos conductores van soldados a las terminales de conexión para garantizar contacto permanente y efectivo. En los orificios de salida de la caja metálica se colocan unos protectores para evitar que se dañen los coductores con el filo de la lámina. La longitud de estos alambres es tal que permite la instalación del balastro sin necesidad de añadir más conductores.

CÓDIGO **K**

Todos los balastros marca **PHILIPS** llevan impreso en la etiqueta un código de colores que permite la fácil identificación con respecto a las características de la red de alimentación (tensión).

NORMAS

Existen organizaciones de reconocimiento mundial involucradas en la aplicación y elaboración de normas y métodos de prueba para la aprobación de equipo eléctrico. Los balastros marca PHILIPS son un producto orgullosamente mexicano fabricado por la empresa Lumisistemas, S.A. de C.V. que ha sido distinguida por cumplir con los siguientes certificados y normas internacionales aplicables a sus productos.



El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) trabaja plenamente comprometido en alcanzar metas que contribuyan al desarrollo sustentable del país como un fideicomiso privado sin fines de lucro, que, con la participación de los sectores público, social y privado, impulsará acciones y programas para fomentar el ahorro de energía eléctrica, al mismo tiempo que promoviera el desarrollo de una cultura de uso eficiente de este recurso.



La Asociación de Normalización y Certificación, A.C., es un equipo de personas especializadas en la oferta de actividades para garantizar la calidad y seguridad de productos y servicios. Es un organismo fuerte y consolidado en materia de certificación de productos en los sectores eléctrico, industrial y de gas, por mencionar algunos. Las Normas ANCE son una herramienta para COMPETIR, es decir, son una herramienta importante para el acceso a mercados basados en el cumplimiento de estándares.





CBM. Certified Ballasts Manufacturers Association. Asociación de fabricantes de balastros en Estados Unidos de Norteamérica que producen balastros que cumplen con las especificaciones ANSI C82 Y C78 relativas a lámparas y balastros fluorescentes.



ETL. Electrical Testing Laboratories Inc. Es una organización privada e independiente de los Estados Unidos de Norteamérica, de reconocida autoridad en mediciones y pruebas de lámparas y equipo para iluminación. La CBM utiliza los servicio de ETL para probar los balastros producidos por sus miembros, con el fin de asegurar que cumplan con las normas ANSI.



Canadian Standards Association. Esta organización internacional pued llevar a cabo pruebas en conjunto con la Norma Oficial Mexicana (NOM) para que productos que califican como aceptables puedea obtener las certificaciones de NOM, NYSE/ANCE.



UL (Underwriters Laboratories Inc.) es una organización independiente con más de un siglo de experiencia en la evaluación de la seguridad de productos, entre las cuales se encuentra la certificación de productos con base en Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX).



El Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (American National Standards Institute, ANSI) es una organización privada sin fines lucrativos que administra y coordina la normalización voluntaria y las actividades relacionadas a la evaluación de conformidad en los Estados Unidos.



El Departamento de Energía de los Estados Unidos (Department of the Energy, DOE) es el gabinete del gobierno de los Estados Unidos responsable de la política energética y de la seguridad nuclear.



Comisión de energía del Estado de California. La Comisión de Energía de California es una de las mas avanzadas y rigurosas en la proposición de Normas de Conservación de la Energía en los Estados Unidos, ésta Comisión propuso los valores de BEF que se integraron a la Ley Nacional de Conservación de la Energía

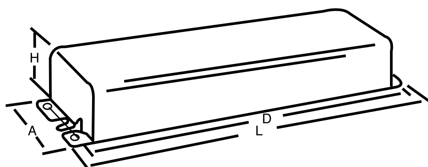


EEV. Energy Efficiency Verification Service. Es la certificación expedida por la CSA para los balastros que cumplen con los factores mínimos de Eficiencia (BEF) de las normas Canadienses.

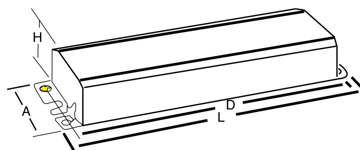
DIMENSIONES

DESIGNACIÓN	DISTANCIA DE MONTAJE (D) mm	LARGO (L) mm	ALTURA (H) mm	ANCHO (A) mm
A - 0	92	103	37	48
A - 1	153	165	37	48
A - 2	225	240	47	79
A - 3	284	300	47	79
A - 4	408	424	68	81
A - 5	472	488	68	81
A - 6	280	300	68	81
A - 7	105	118	37	48
B - 1	225	240	38	57
C - 1	66	77	38	45

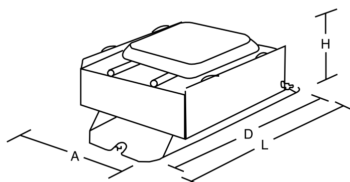
CAJA A



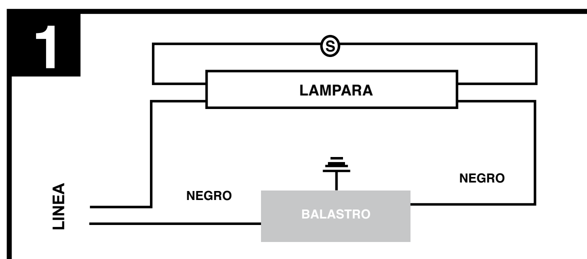
CAJA B

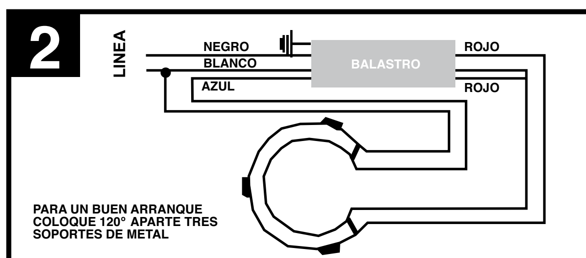


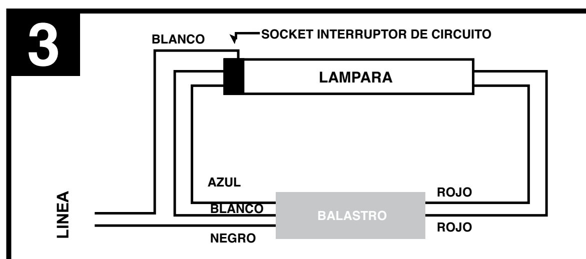
CAJA C

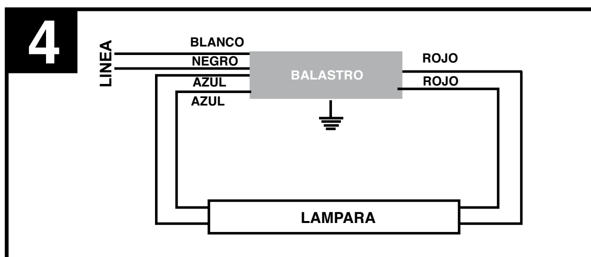


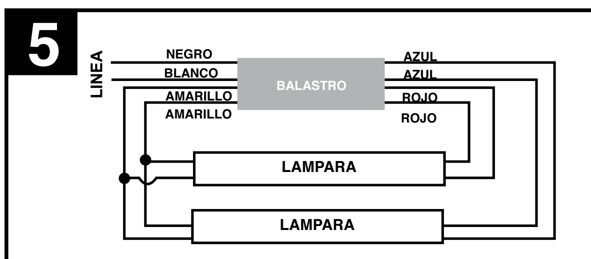
DIAGRAMAS DE CONEXIÓN PARA BALASTROS 60HZ

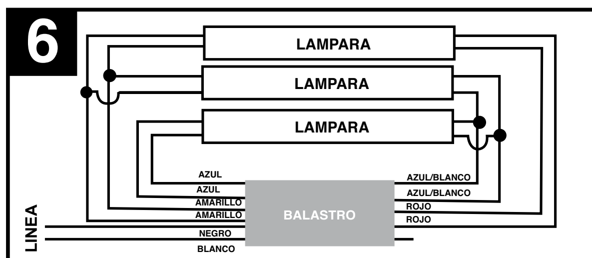


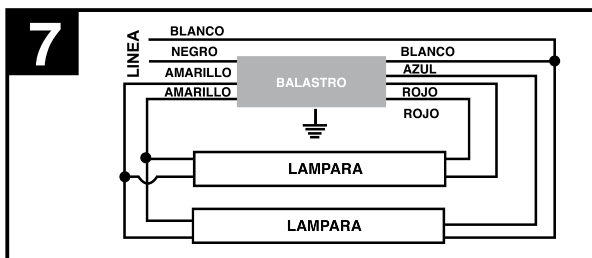


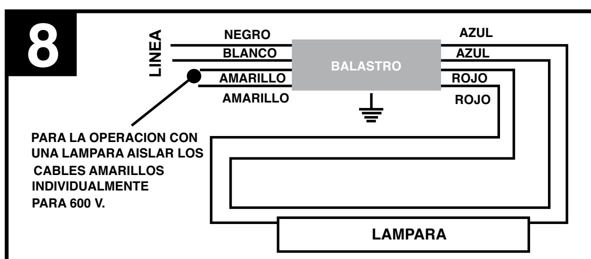


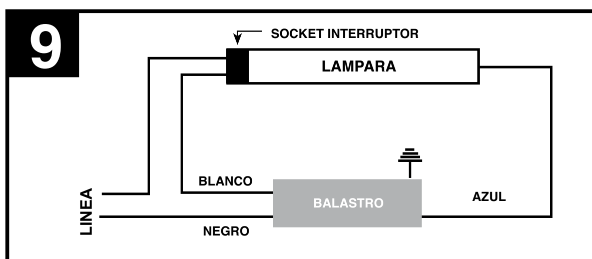

4
LINEA
BLANCO
NEGRO
AZUL
AZUL
BALASTRO
ROJO
ROJO
LAMPARA

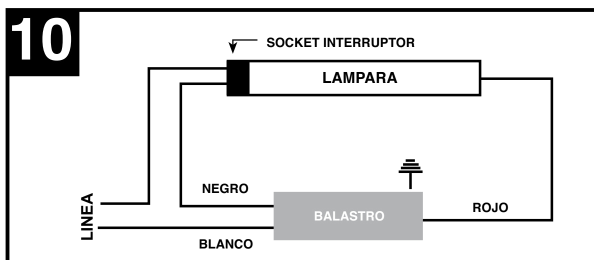

5
LINEA
NEGRO
BLANCO
AMARILLO
AMARILLO
BALASTRO
AZUL
AZUL
ROJO
ROJO
LAMPARA
LAMPARA

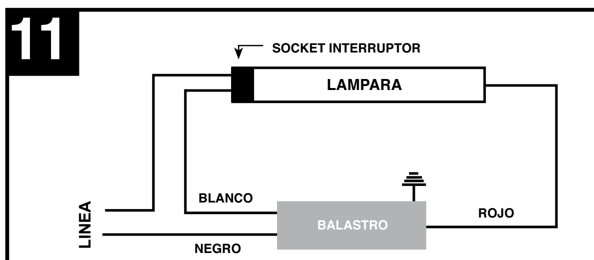

6
LAMPARA
LAMPARA
LAMPARA
AZUL
AZUL
AMARILLO
AMARILLO
NEGRO
BLANCO
LINEA
BALASTRO
AZUL/BLANCO
AZUL/BLANCO
ROJO
ROJO

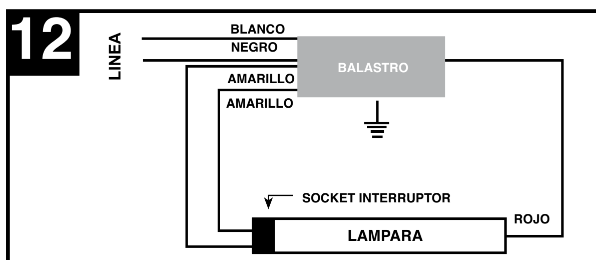

7
LINEA
BLANCO
NEGRO
AMARILLO
AMARILLO
BALASTRO
BLANCO
AZUL
ROJO
ROJO
LAMPARA
LAMPARA

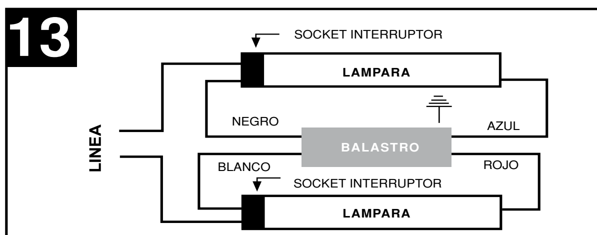

8
LINEA
NEGRO
BLANCO
AMARILLO
AMARILLO
BALASTRO
AZUL
AZUL
ROJO
ROJO
PARA LA OPERACION CON
UNA LAMPARA AISLAR LOS
CABLES AMARILLOS
INDIVIDUALMENTE
PARA 600 V.
LAMPARA

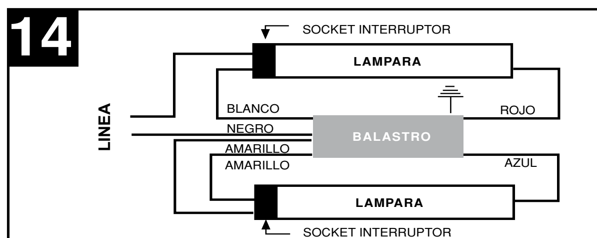

9
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA
LINEA
BLANCO
BALASTRO
AZUL
NEGRO

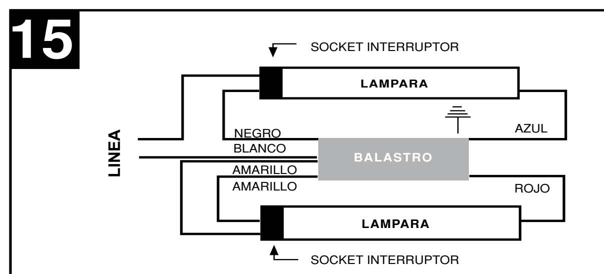

10
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA
NEGRO
LINEA
BALASTRO
ROJO
BLANCO

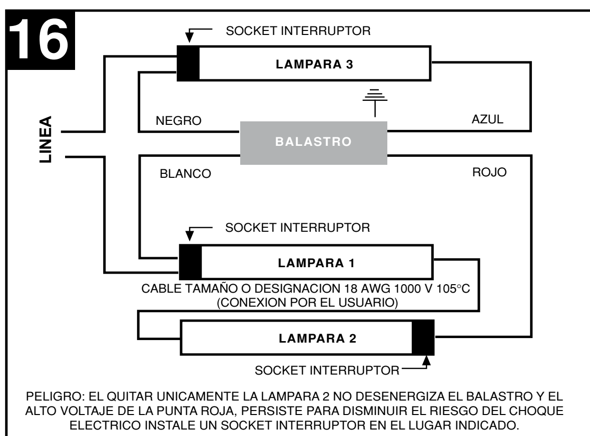

11
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA
BLANCO
LINEA
BALASTRO
ROJO
NEGRO

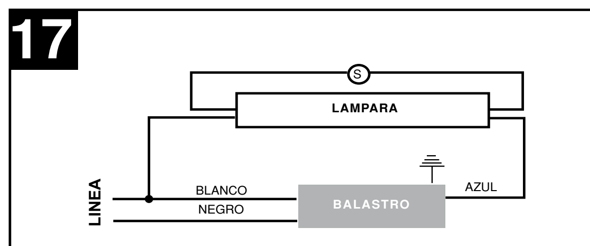

12
LINEA
BLANCO
NEGRO
BALASTRO
AMARILLO
AMARILLO
SOCKET INTERRUPTOR
ROJO
LAMPARA

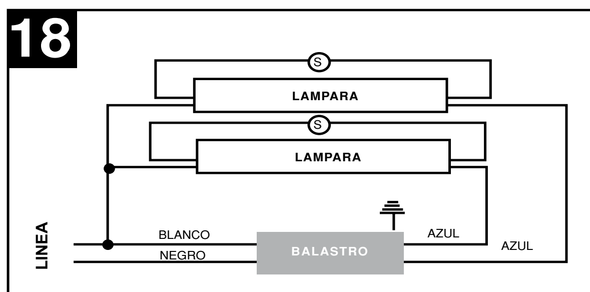

13
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA
LINEA
NEGRO
AZUL
BALASTRO
BLANCO
ROJO
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA

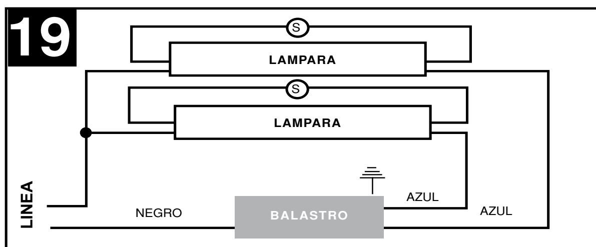

14
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA
LINEA
BLANCO
ROJO
NEGRO
BALASTRO
AMARILLO
AMARILLO
AZUL
LAMPARA
SOCKET INTERRUPTOR

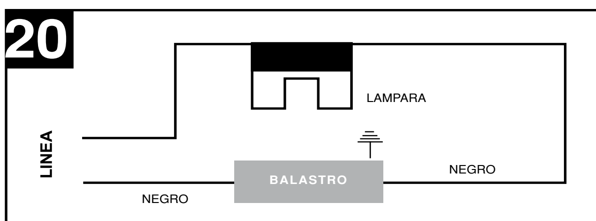

15
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA
LINEA
NEGRO
AZUL
BLANCO
BALASTRO
AMARILLO
AMARILLO
ROJO
LAMPARA
SOCKET INTERRUPTOR

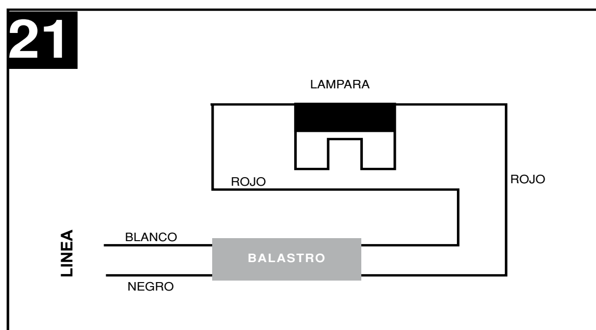

16
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA 3
NEGRO
AZUL
LINEA
BALASTRO
BLANCO
ROJO
SOCKET INTERRUPTOR
LAMPARA 1
CABLE TAMAÑO O DESIGNACION 18 AWG 1000 V 105°C
(CONEXION POR EL USUARIO)
LAMPARA 2
SOCKET INTERRUPTOR
PELIGRO: EL QUITAR UNICAMENTE LA LAMPARA 2 NO DESENERGIZA EL BALASTRO Y EL ALTO VOLTAJE DE LA PUNTA ROJA, PERSISTE PARA DISMINUIR EL RIESGO DEL CHOQUE ELECTRICO INSTALE UN SOCKET INTERRUPTOR EN EL LUGAR INDICADO.


17
S
LAMPARA
LINEA
BLANCO
NEGRO
BALASTRO
AZUL


18
S
LAMPARA
S
LAMPARA
LINEA
BLANCO
NEGRO
BALASTRO
AZUL
AZUL


19
S
LAMPARA
S
LAMPARA
LINEA
NEGRO
BALASTRO
AZUL
AZUL


20
LAMPARA
LINEA
BALASTRO
NEGRO
NEGRO


21
LAMPARA
ROJO
ROJO
LINEA
BLANCO
BALASTRO
NEGRO

Transformadores



www.viakon.com

AMPERES POR TERMINAL EN TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS**

kVA	220 V	440 V	550 V	2400V	4160 V	13200 V
1,5	3,94	1,97	1,58			
3	7,88	3,94	3,15	0,72	0,42	0,13
5	13,13	6,56	2,25	1,20	0,69	0,22
7,5	19,70	9,85	7,88	1,81	1,04	0,33
10	26,27	13,13	10,50	2,41	1,39	0,44
15	39,41	19,70	15,75	3,61	2,08	0,66
25	65,68	32,84	26,27	6,02	3,47	1,09
37,5	98,53	49,26	39,40	9,03	5,21	1,64
50	131,37	65,68	52,55	12,04	6,95	2,19
75	197,08	98,53	78,82	18,06	10,42	3,28
100	262,74	131,37	105,10	24,08	13,89	4,38
150	394,11	197,06	157,65	36,13	20,84	6,57
200	525,49	262,74	210,19	48,17	27,80	8,76
300	788,23	394,11	315,29	72,25	41,68	13,13
400	1 050,97	525,49	420,39	96,34	55,58	17,52
500	1 313,72	656,86	525,49	120,42	69,47	21,90
750	2 070,57	985,29	788,23	180,64	104,21	32,84
1000	2 627,43	1 313,72	1 050,97	240,8	138,95	43,79

** Para transformadores monofásicos multiplíquense los valores trifásicos por 1,73
Ejemplo: Un transformador monofásico de 5 KVA 13,13 x 1,73 = 22,7 amps. a 220 Volt

CONEXIONES NORMALES DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Designación	Esquema vectorial		Esquema de conexiones		Designación
CEI de las conexiones	En Alta tensión	En Baja tensión	En Alta tensión	En Baja tensión	VDE 0.532 VI 40
D d o					A_1
Y y O					A_2
D x O					A_3
D d 6					B_1
Y y 6					B_2
D x 6					B_3
D y 5					C_1
Y d 5					C_2
Y x 5					C_3
D y 11					D_1
Y d 11					D_2
Y x 11					D_3

LISTONES FUSIBLES UNIVERSALES TIPO UT PARA USARSE EN DESCONECTADORES FUSIBLES TIPOS OA Y EA DE 15 kV MÁXIMOS, PARA LA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Volts	2 400		4 160		5 000		6 600		13 200	
kVA	Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes	
	Carga Plena	Fusible UT	Carga Plena	Fusible UT	Carga Plena	Fusible UT	Carga Plena	Fusible UT	Carga Plena	Fusible UT
5	1,203	3	0,694	3	0,481	2	0,437	2	0,218	1
9	2,165	5	1,249	5	0,866	3	0,787	3	0,393	1
10	2,405	5	1,388	5	0,962	5	0,874	3	0,435	2
15	3,608	10	2,082	5	1,443	5	1,312	5	0,656	3
22,5	5,413	15	3,123	7	2,165	5	1,968	5	0,984	3
25	6,014	15	3,470	7	2,405	5	2,187	5	1,093	5
30	7,217	15	4,164	10	2,887	7	2,624	7	1,312	5
37,5	9,021	20	5,204	15	3,608	7	3,280	7	1,640	5
45	10,825	25	6,245	15	4,330	10	3,936	10	1,968	5
50	12,029	30	6,940	15	4,811	10	4,374	10	2,186	5
75	18,043	40	10,409	25	7,217	15	6,560	15	3,280	7
10	24,057	50	13,879	30	9,623	20	8,748	20	4,374	10
112,5	27,064	65	15,614	40	10,825	25	9,841	25	4,921	10
150	36,085	85	20,818	50	14,434	30	13,122	30	6,560	15
200	48,114	100	27,758	65	19,246	40	17,496	40	8,748	20
225	54,128	100	31,228	65	21,651	50	19,683	40	9,841	25
300	72,171	-	41,637	85	28,868	65	26,244	50	13,122	30
450	108,256	-	62,455	100	43,302	85	39,366	85	19,682	40
500	120,285	-	69,395	-	48,114	100	43,740	85	21,870	50
600					57,477	100	52,488	100	26,244	50
750					72,171	-	65,610	100	32,805	65
1 000					96,228	-	87,480	-	43,740	100
1 200					115,473		104,976	-	52,489	100

* PROTEGIDOS POR 3 FUSIBLES.

NOTA: SI SON 3 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS USENSE LOS kVA TOTALES DEL BANCO.

La tabla indica el fusible que debe usarse con cualquier transformador a cualquier tensión dada, así por ejemplo, para un banco de tres transformadores monofásicos de 5 kVA c/u, con una tensión entre fases de 4160 Volt, la corriente de línea es de 2,08 A y se recomienda un fusible de 5 A. La corriente de línea será la misma ya sea que se trate de conexión delta o estrella.

CAPACIDADES NOMINALES INTERRUPTIVAS EN AMPERES DE LOS FUSIBLES COMÚNMENTE USADOS PARA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS

kVA transfor-mador	TENSIÓN DEL SISTEMA													
	2 300 Volt		4 000 Volt		6 900 Volt		11 500 Volt		13 200 Volt		22 000Volt		33 000 Volt	
	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles
1,5	,65	2	,38	1	,22	1	,13	1	,11	1				
2,5	1,09	3	,63	1,5	,36	1	,22	1	,19	1				
3	1,30	3	,75	2	,43	1,5	,26	1	,23	1				
5	2,18	5	1,25	3	,72	2	,43	1,5	,38	1	,23	1		
7,5	3,26	7	1,87	5	1,09	3	,65	2	,57	1,5	,34	1		
10	4,35	10	2,50	7	1,45	3	,87	3	,76	2	,46	1,5	,30	1
15	6,53	15	3,75	10	2,17	5	1,30	3	1,14	3	,68	2	,46	1
25	10,90	20	6,25	15	3,62	7	2,17	5	1,89	5	1,14	3	,76	2,5
37,5	16,30	25	9,37	20	5,43	10	3,26	7	2,84	7	1,70	5	1,14	3
50	21,80	30	12,50	25	7,25	15	4,35	10	3,79	7	2,27	5	1,52	5
75	32,60	50	18,70	30	10,90	20	6,52	13	5,68	10	3,41	7	2,27	5
100	43,50	65	25,00	40	14,50	25	8,70	15	7,58	15	4,55	10	3,03	7
150	65,30	100	37,50	50	21,70	30	13,00	20	11,40	20	6,82	15	4,55	10
200			50,00	65	29,00	40	17,40	25	15,20	25	9,10	15	6,06	15
250			62,50	80	36,30	50	21,70	30	18,90	30	11,40	20	7,58	15
333					48,00	65	29,00	40	25,20	40	15,20	25	10,10	20
500					72,50	100	43,50	65	37,90	50	23,00	40	15,10	25

1.- El uso de los fusibles de la capacidad mínima indicada asegura la protección máxima del transformador contra fallas en el secundario próximas a él.
2.- El elemento fusible S & C es la plata, por lo que no se dañan por la corrosión atmosférica, vibraciones o transitorias y sobre corrientes tolerables. En consecuencia no es necesario sustituir los fusibles no fundidos en una instalación monofásica o trifásica cuando uno o dos de los fusibles se han fundido.

CAPACIDADES NOMINALES INTERRUPTIVAS EN AMPERES DE LOS FUSIBLES COMÚNMENTE USADOS PARA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

kVA transforma-dor trifásico	TENSIÓN DEL SISTEMA															
	2 300 Volt		4 000 Volt		6 900 Volt		11 500 Volt		13 200 Volt		22 000Volt		33 000 Volt		44 000Volt	
	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles	Amp. plena carga	Amp. fusi-bles
4,5	1,13	3	,65	2	,38	1	,23	1	,20	1	,12	1				
7,5	1,88	5	1,09	3	,63	1,5	,38	1	,33	1	,20	1				
9,	2,26	5	1,30	3	,75	2	,45	1,5	,39	1,5	,24	1	,16	1		
10,	2,50	5	1,45	5	,84	2	,50	1,5	,44	1,5	,26	1	,17	1		
15,	3,77	7	2,18	5	1,26	3	,75	2	,66	2	,39	1,5	,26	1		
22,5	5,65	10	3,27	7	1,88	5	1,13	3	,98	3	,59	1,5	,39	1,5		
25,	6,30	15	3,64	7	2,09	5	1,26	3	1,09	3	,66	2	,44	1,5		
30,	7,54	15	4,33	10	2,51	5	1,51	5	1,31	3	,79	2	,52	1,5		
37.5	9,43	15	5,42	10	3,14	7	1,88	5	1,64	5	,99	3	,66	2		
45,	11,30	20	6,50	15	3,77	7	2,26	5	1,97	5	1,18	3	,79	2	,59	1,5
50,	12,60	25	7,24	15	4,18	10	2,51	7	2,19	5	1,31	3	,87	2	,66	2
75,	18,80	30	10,90	20	6,28	10	3,77	7	3,28	7	1,97	5	1,31	3	,99	3
100,	25,10	40	14,50	25	8,37	15	5,02	10	4,37	10	2,63	5	1,75	5	1,31	3
112,5	28,30	40	16,30	25	9,41	15	5,65	10	4,92	10	2,96	7	1,97	5	1,48	5
150,	37,70	50	21,80	30	12,60	20	7,53	15	6,56	15	3,94	7	2,62	5	1,97	5
200,	50,30	65	28,90	40	16,70	20	10,00	20	8,75	15	5,25	10	3,50	7	2,63	5
225,	56,50	80	32,70	50	18,80	30	11,30	20	9,84	20	5,90	10	3,94	10	2,96	7
300,	75,40	100	43,30	65	25,10	40	15,10	25	13,10	20	7,90	15	5,25	10	3,94	10
450,			65,00	100	37,70	50	22,60	30	19,70	30	11,80	20	7,87	15	5,92	10
500,					41,80	65	25,10	40	21,90	40	13,10	20	8,74	15	6,60	15
690,					50,20	65	30,10	40	26,20	40	15,80	25	10,50	20	7,90	15
750,					62,80	80	37,70	50	32,80	50	19,70	30	13,10	20	9,85	20
1 000,							50,20	65	43,70	65	26,30	40	17,50	25	13,10	20
1 500,							75,30	100	65,60	100	39,40	50	26,20	40	19,70	30
2 000,											52,50	65	35,00	50	26,30	40

TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS SELECCIÓN DE FUSIBLES

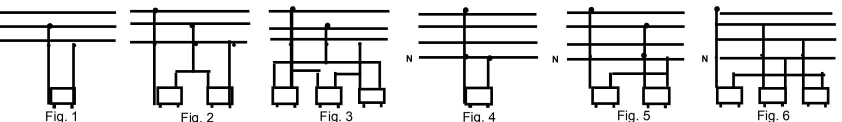


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5 Fig. 6

Capacidad en kVA	13 200 Volt Delta						20 000 / 34 000 Y	
	Figura 1 y 2		Figura 3				Figura 4,5 y 6	
	Corriente Nominal	Fusible Tipo N	Fusible Tipo K o T	Corriente Nominal	Fusible Tipo N	Fusible Tipo K o T	Corriente Nominal	Fusible Tipo K o T
3	0,227	1H	1H	0,394	1H	1H		
5	0,379	1H	1H	0,656	1H	1H		
10	0,757	1H	1H	1,312	2H	2H	0,50	1H
15	1,14	1H	1H	1,97	3H	3H	0,75	1H
25	1,89	3H	3H	3,28	5H	5H	1,25	2H
37.5	2,84	5H	5H	4,92	8	6	1,875	2H
50	3,79	8	6	6,56	10	8	2,50	3H
75	5,68	8	6	9,84	20	12	3,75	5H
100	7,57	15	8	13,12	20	15	5,00	6
167	12,62	20	15	21,8	30	25	8,35	10
250	16,94	30	25	32,8	50	40	12,5	15
333	25,23	40	30	43,7	60	50	16,65	20
500	37,88	60	50	65,6	100	80	25,00	30

NOTAS:

1. Los fusibles tabulados, operan con una corriente de 200% a 300% de la corriente NOMINAL del transformador.

2. Datos tomados de Overcurrent Protection Apperatus (Aplication and coordination de MC GRAW-EDISON POWER SYSTEMS DIVISION Boletín 89006, 2-69.

APARTARRAYOS

TENSIÓN NOMINAL DEL TRANSFOR-MADOR (kV rmc)	TENSIÓN NOMINAL DEL APARTARRAYO (kV rmc)	TENSIÓN MÁXIMA QUE SOPORTA EL APARTARRAYO (kV rmc)	PESO (kg)
13,2 YT/ 7,62	10 (*)	8,4	5,6
13,2	12(**)	10,2	6,1
22,86 YT/ 13,2	18 (*)	15,3	7,5
23,0	21(**)	17,0	7,8
33,0 YT/19,05	27(*)	22,0	8,7
33,0	30 (**)	24,4	9,2

(*) Capacidades para utilizar en sistemas con neutro corrido
(**) Capacidades para utilizar en sistemas con retorno por tierra.

AISLAMIENTO DE TRANSFORMADORES

BOBINAS SUMERGIDAS EN ACEITE SECO						
VOLTAJE DE LINEA "kV"	AISLAMIENTO EN MILLONES DE OHM (MΩ)					
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	85°C
5,0	136	75	40,9	22,5	12,3	5,0
8,6	230	128	69,7	38,3	20,9	8,6
15,0	410	228	124	68,0	37,0	15,0
25,0	670	372	203	117	61,0	25,0
34,5	930	517	282	155	86	34,5
46	1 240	689	376	207	113	46
69	1 860	1 033	564	310	169	69
92	2 480	1 378	752	413	225	92
115	3 100	1 722	939	517	282	115
138	3 720	2 067	1 127	620	330	138
161	4 360	2 417	1 318	725	396	161
196	5 300	2 944	1 806	803	492	196
230	6 200	3 444	1 879	1 033	564	230
287	7 750	4 306	2 348	1 292	765	287
345	9 300	5 167	2 818	1 550	846	346

BOBINAS SIN ACEITE						
VOLTAJE DE LÍNEA "kV"	AISLAMIENTO EN MILLONES DE OHM (MΩ)					
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	85°C
,5	400	200	100	50	25	4,70
,5	800	400	200	100	50	9,40
25	1 000	500	250	125	65	11,80
34	1 200	600	300	160	90	16,90

NOTAS
1.- Datos tomados del Notario Westinghouse No. 48 620 1,
2.- Para bobinas sin aceite, el aislamiento se reduce a la mitad por cada 10 °C de incremento de temperatura.

GUIA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TRANSFORMADORES

En la operación de mantenimiento, se debe realizar lo siguiente:

1) Verificar resistencia de aislamiento.
2) Verificar resistencia Óhmica de los devanados.
3) Revisar termómetro.
4) Checar nivel de aceite.
5) Limpiar tanque y bushings.
6) Comprobar que no hay fugas.
7) Verificar que las juntas sellan bien y están en buen estado.
8) Apriete general de tornillería y conexiones.
9) Checar que sigue bien ventilado el cuarto en el que se aloja.
10) Comprobar que no hay trazos de carbón, ni desprendimiento de gases o humos.
11) Tomar una muestra adecuada de aceite para verificar sus características.

FORMA DE ESPECIFICAR UN TRANSFORMADOR

Las siguientes son las características necesarias a conocer, para especificar correctamente un transformador:

1) Capacidad del transformador en kVA.
2) Número de fases; generalmente 1 o 3.
3) Tensión en el primario.
4) Tensión en el secundario.
5) Conexión en el primario.
6) Conexión en el secundario.
7) Número de derivaciones arriba y abajo del voltaje nominal y por ciento de cada una.
8) Sobreelevación de temperatura en grados Celsius.
9) Altura sobre el nivel del mar a la cual se va a operar.

Dependiendo del tipo de instalación, del equipo ya existente, etc. se podrán dar más especificaciones, tales como:

10) Gargantas o ductos en alta y baja tensión y la colocación relativa de los mismos.
11) Sumersión en líquido especial no inflamable.
12) Equipo de ventilación forzada.
13) Impedancia especial.
14) En general, cualquier accesorio o arreglo que no sean los de norma.

Motores



www.viakon.com

MOTORES DE C.A. TRIFÁSICOS CORRIENTE EN AMPERES A PLENA CARGA

HP	MOTOR DE INDUCCIÓN JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO					MOTOR SÍNCRONO DE FACTOR DE POTENCIA UNITARIO*			
	115V	230V	460V	575 V	2300V	220V	440V	550V	2300V
1/2	4	2	1	0,8					
3/4	5,6	2,8	1,4	1,1					
1	7.2	3,6	1,8	1,4					
1 1/2	10,4	5,2	2,6	2,1					
2	13,6	6,8	3,4	2,7					
3		9,6	4,8	3,9					
5		15,2	7,6	6,1					
7 1/2		22	11	9					
10		28	14	11					
15		42	21	17					
20		54	27	22					
25		68	34	27		53	26	21	
30		80	40	32		63	32	26	
40		104	52	41		83	41	33	
50		130	65	52		104	52	42	
60		154	77	62	16	123	61	49	12
75		192	96	77	20	155	78	62	15
100		248	124	99	26	202	101	81	20
125		312	156	125	31	253	126	101	25
150		360	180	144	37	302	151	121	30
200		480	240	192	49	400	201	161	40

NOTA: Estos valores de corriente a plena carga son válidos para motores de banda que giran a velocidades comunes y para motores con características de par normal. Los motores construidos especialmente para bajas velocidades o altos pares, pueden requerir de mayores corrientes a plena carga, y los motores para varias velocidades tendrán corrientes variables de acuerdo con su velocidad de operación, en cuyo caso debe consultarse las corrientes nominales de placa.
Para obtener corrientes a plena carga para motores con tensión eléctrica de 208 y 200 Volts, aumente un 10 o 15 % respectivamente a los valores correspondientes de la columna para motores de 230 Volt.
Para valores de 90 y 80 % de factor de potencia, multiplique las corrientes por 1,1 o 1,25 respectivamente.

CORRIENTE EN AMPERES PARA MOTORES CON ROTOR BLOQUEADO

HP MÁXIMOS	MONOFÁSICOS		DOS O TRES FASES				
	115V	230V	115V	200V	230V	460V	575V
1/2	58.8	29.4	24	14	12	6	4,8
3/4	82,8	41,4	33,6	19	16,8	8,4	6,6
1	96	48	42	24	21	10,8	8,4
1 1/2	120	60	60	34	30	15	12
2	144	72	78	45	39	19,8	15,6
3	204	102		62	54	27	24
5	336	168		103	90	45	36
7 1/2	480	240		152	132	66	54
10	600	300		186	162	84	66
15				276	240	120	96
20				359	312	156	126
25				442	384	192	156
30				538	468	234	186
40				718	624	312	246
50				862	750	378	300
60				1035	900	450	360
75				1276	1110	558	444
100				1697	1476	738	588
125				2139	1860	930	744
150				2484	2160	1080	864
200				3312	2880	1440	1152

CONEXIONES EN MOTORES TRIFÁSICOS

Tipo de conexión	Diagrama	Voltaje	Fase A	Fase B	Fase C	Interconexión
Estrella	3 2 6 5 9 8 7 4 1	Bajo	1 y 7	2 y 8	3 y 9	4 y 5 y 6
		Alto	1	2	3	4 y 7;5 y 8;6 y 9
Delta	3 6 8 9 5 1 2 4 7	Bajo	1 y 6 y 7	2 y 4 y 8	3 y 5 y 9	Ninguno
		Alto	1	2	3	4 y 7;5 y 8;6 y 9

Tipo de conexión	Diagrama	Voltaje	Fase A	Fase B	Fase C	Interconexión
Par Constante	6 5 2 1 3 4	Alto	4	5	6	1 y 2 y 3
		Bajo	2	3	1	Abiertos 4 5 6
Potencia Constante	4 3 1 5 6 2	Alto	4	5	6	Abiertos 1 2 3
		Bajo	2	3	1	4 y 5 y 6
Par Variable	6 5 2 3 1 4	Alto	4	5	6	1 y 2 y 3
		Bajo	2	3	1	Abiertos 4 5 6

MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA
CORRIENTE EN AMPERES A PLENA CARGA

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores girando a su velocidad base.

HP	VOLTAJE DE ARMADURA NOMINAL*					
	90V	120V	180V	240V	500V	550V
1/4	4,0	3,1	2,0	1,6		
1/3	5,2	4,1	2,6	2,0		
1/2	6,8	5,4	3,4	2,7		
3/4	9,6	7,6	4,8	3,8		
1	12,2	9,5	6,1	4,7		
1 1/2		13,2	8,3	6,6		
2		17	10,8	8,5		
3		25	16	12,2		
5		40	27	20		
7 1/2		58		29	13,6	12,2
10		76		38	18	16
15				55	27	24
20				72	34	31
25				89	43	38
30				106	51	46
40				140	67	61
50				173	83	75
60				206	99	90
75				255	123	111
100				341	164	148
125				425	205	185
150				506	246	222
200				675	330	294

* Voltaje promedio de corriente directa.

MOTORES DE C. A. MONOFÁSICOS
CORRIENTE EN AMPERES A PLENA CARGA

HP	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	
	115V	230V
1/6	4,4	2,2
1/4	5,8	2,9
1/3	7,2	3,6
1/2	9,8	4,9
3/4	13,8	6,9
1	16	8
1 1/2	20	10
2	24	12
3	34	17
5	56	28
7 1/2	80	40
10	100	50

NOTA: Estos valores de corriente alterna a plena carga son válidos para motores que giran a velocidades comunes y para motores con características de par normal. Los motores construidos especialmente para bajas velocidades o altos pares, pueden requerir mayores corrientes a plena carga, y los motores para varias velocidades tendrán corrientes variables de acuerdo con su velocidad de operación, en cuyo caso debe consultarse las corrientes nominales de placa. Para obtener corrientes a plena carga para motores con voltaje de 208 y 200 Volt, aumente un 10 o 15 % respectivamente a los valores correspondientes de la columna para motores de 230 Volt.

EFECTOS DE LAS VARIACIONES DE TENSIÓN Y FRECUENCIA EN LOS MOTORES DE INDUCCIÓN

Características	TENSIÓN		FRECUENCIA	
	110%	90%	105%	95%
Par de: Arranque y máximo	Aumenta 21%	Disminuye 19%	Disminuye 10%	Aumenta 11%
Velocidad Síncrona	Sin cambio	Sin cambio	Aumenta 5%	Disminuye 5%
Plena Carga	Aumenta 1%	Disminuye 1,5%	Aumenta 5%	Disminuye 5%
Eficiencia a plena carga	Aumenta 5 a 7 puntos	Disminuye 2 puntos	Ligero aumento	Ligera disminución
Factor de potencia a plena carga	Disminuye 3 puntos	Aumenta 1 punto	Ligero aumento	Ligero disminución
Corriente: De arranque	Aumenta 10 - 12 %	Disminuye 10 - 12 %	Disminuye 5 - 6 %	Aumenta 5 - 6 %
A plena carga	Disminuye 7%	Aumenta 11%	Ligera disminución	Ligero aumento

TABLA COMPARATIVA DE DIFERENTES EFECTOS DURANTE EL ARRANQUE DE MOTORES DE INDUCCIÓN

TIPO DE ARRANQUE	VOLTAJE NOMINAL %	PAR A PLENA CARGA %	CORRIENTE A PLENA CARGA %
Arrancador o Voltaje Pleno	100	100	100
Autotransformador:			
- Tap 80%	80	64	68
- Tap 65%	65	42	46
- Tap 50%	50	25	30
Arrancador por resistencias, un solo paso (ajustado para reducir Voltaje de alimentación al 80% del Voltaje de línea).	80	64	80
Rector			
- Tap 50%	50	25	50
- Tap 45%	45	20	45
- Tap 37,5%	37,5	14	37,5

Notas: Para un voltaje de línea diferente al voltaje de placa del motor multiplique:

a) Los valores de la 1a. y 3a. columna por la siguiente razón: $\frac{\text{Voltaje Real}}{\text{Voltaje Nominal del Motor}}$

b) Los valores de la 2a. columna por la siguiente razón: $\left(\frac{\text{Voltaje Real}}{\text{Voltaje Nominal del Motor}}\right)^2$

CALIBRACIONES RECOMENDADAS PARA INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS

POTENCIA EN HP DE MOTORES TRIFÁSI-COS	MOTORES DE UNA O MAS VELOCIDADES (PARA VARIABLE O CONSTANTE) DE ARRANQUE A TENSIÓN PLENA O REDUCIDA CON AUTOTRANSFORMADOR			MOTORES DE VARIAS VELOCIDADES A POTENCIA CONSTANTE		
	208-230 Volts	460 Volts	575 Volts	208-230 Volts	460 Volts	575 Volts
	Unidad de disparo en amperes	Unidad de disparo en amperes	Unidad de disparo en amperes	Unidad de disparo en amperes	Unidad de disparo en amperes	Unidad de disparo en amperes
2 y menores	15	15	15	15	15	15
3	20	15	15	20	15	15
5	30	15	15	30	15	15
7 1/2	40	20	20	50	20	20
10	50	30	20	50	30	20
15	70	40	30	70	40	40
20	100	50	40	100	50	50
25	100	50	50	125	70	50
30	125	70	50	150	70	70
40	150	100	70	200	100	70
50	200	100	100	225	125	100
60	225	125	100	300	150	125
75	300	150	125	350	175	150
100	400	200	150	500	225	175
125	500	250	200	600	300	225
150	600	300	225	700	350	300
200	700	400	300	800	400	350
250	800	500	400	1000	500	400
300	1000	500	500		600	500
350		600	600		700	600
400		700	700		800	700
450		800	800		1000	800
500		900	900			900
600		1000	1000			1000

RECOMENDACIONES GENERALES DE LA NOM-001-SEDE-2012, SOBRE ALAMBRADO DE MOTORES

TENSIONES MENORES A 600 VOLTS

430-22

Un solo motor. Los conductores que alimenten un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no menor al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor. Algunos casos especiales son los siguientes: Rectificador de motor de corriente continua, Motor con velocidades múltiples, Motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta, Motor con devanado dividido, Servicio no continuo, Envolventes de terminales separadas y Conductores para motores pequeños

430-24

Varios motores o motores y otras cargas. Los conductores que alimentan varios motores o motores y otras cargas deben tener una ampacidad no menor a la suma de cada uno de los siguientes:

(1) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto, tal como se determina en 430-6(a).
(2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los otros motores del grupo, tal como se determina en 430-6(a).
(3 100 por ciento de las cargas no continuas que no son motores.
(4) 125 por ciento de las cargas continuas que no son motores.

Nota: Revisar excepciones en la NOM

430-25

Varios motores en combinación con otras cargas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos de varios motores y de cargas combinadas, no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con 430-7(d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas individuales de características queden visibles de acuerdo con 430-7(d)(2), la ampacidad de los conductores se debe determinar de acuerdo con 430-24.

TENSIONES SUPERIORES A 600 VOLTS

430-224

Tamaño de los conductores. Los conductores que alimentan los motores deben tener una ampacidad no menor a la corriente a la cual se ajusta el disparo del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores.

PUESTA A TIERRA

430-242

Motores estacionarios. Los armazones de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes:

(1) Cuando estén alimentados por conductores con envolvente metálico.
(2) Cuando estén en un lugar mojado y no estén aislados o resguardados.
(3) Cuando estén en un lugar (clasificado) peligroso.
(4) Si el motor funciona con algún terminal a más de 150 volts a tierra. Cuando el armazón del motor no esté puesto a tierra, debe estar aislado de la tierra en forma permanente y eficaz.

CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

460-8

Conductores.

a) Ampacidad. La ampacidad de los conductores de un circuito de capacitores no debe ser menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor. La ampacidad de los conductores que conectan un capacitor con las terminales de un motor o con los conductores de un circuito de motores no debe ser menor a 1/3 de la ampacidad de los conductores del circuito del motor y en ningún caso menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor.

Seguridad



www.viakon.com

DISTANCIAS MÍNIMAS DE ACERCAMIENTO
DEL PERSONAL A CONDUCTORES ENERGIZADOS

Tabla 110-34(a).- Distancia mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica

Tensión a tierra (volts)	Distancia mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
601-2 500	0.90	1.20	1.50
2 501-9 000	1.20	1.50	1.80
9 001-25 000	1.50	1.80	2.80
25 001-75 kV	1.80	2.50	3.00
más de 75 kV	2.50	3.00	3.70

Donde las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no activas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por materiales aislantes.

2. Partes vivas expuestas en un lado del espacio de trabajo y partes conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo. Las paredes de concreto, tabique o azulejo se consideran superficies conectadas a tierra.

3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

LÍNEAS AÉREAS
ALTURA MÍNIMA DE CONDUCTORES EN METROS

Tabla 922-41.- Altura mínima de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (m)[1]

Superficie bajo los conductores	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros[2]	Conductores para comunicación		Conductores suministradores					
				Aislados		Línea abierta		Trolebuses, trenes eléctricos y sus mensajeros	
		Aislados	Desnudo	Hasta 750 V	Mayor que 750 V	Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV	Hasta 750 V [4]	Mayor que 750 V a 22 kV
Vías férreas (excepto trenes eléctricos)	7.2	7.2	7.3	7.3	7.5	7.5	8.1	6.7	6.7
Con tránsito de vehículos[7][8] o maquinaria agrícola	4.7	4.7	4.9	4.9	5.0	5.0	5.6	5.5	6.1
Sin tránsito de vehículos	2.9	2.9	3.6	3.6[6]	3.8	3.8	4.4	4.9	5.5
Aguas sin navegación	4.0	4.0	4.4	4.4	4.6	4.6	5.2	—	—
Aguas navegables[9]	Incluyendo[10] ríos, lagos, presas y canales con un área sin obstrucción. Donde exista navegación con botes de vela aumentar 1.50 metros								
a. Hasta 8 ha	5.3	5.3	5.5	5.5	5.6	5.6	6.2	—	—
b. Mayor a 8 hasta 80 ha	7.8	7.8	7.9	7.9	8.1	8.1	8.7	—	—
c. Mayor a 80 hasta 800 ha	9.6	9.6	9.7	9.7	9.9	9.9	10.5	—	—
d. Más de 800 ha	11.4	11.4	11.6	11.6	11.7	11.7	12.3	—	—

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d).

(4) En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías, indicada en esta columna.

(6) Esta altura puede reducirse a 3.00 metros para los cables aislados con tensión hasta de 150 volts a tierra, localizados a la entrada de edificios.

(7) Para conductores de comunicación, aislados o los descritos en la nota 2, cuando crucen o su trayectoria sea a lo largo de callejones, entradas a cocheras o estacionamientos, esta altura puede reducirse a 4.50 metros.

(8) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.

(9) La altura de los conductores sobre el nivel del agua debe basarse en el más alto nivel histórico que haya alcanzado el agua. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1600 metros de río o canal, que incluya al cruce.

(10) En cruzamientos sobre aguas navegables, se debe tener en cuenta, además, lo establecido en la reglamentación en materia de navegación.

PRONTUARIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Un accidente es un acontecimiento eventual que altera el orden establecido y afecta la producción.

ACCIDENTE Y LESIÓN

a).- La lesión es consecuencia del accidente.
b).- No todos los accidentes producen lesiones.
c).- Evitando el accidente se evita igualmente la lesión.

COMO SE PRODUCE UN ACCIDENTE

1.- CAUSAS INDIRECTAS.
- a).- Ambiente social desfavorable.
- b).- Defectos personales.
- c).- Planeación defectuosa.

2.- CAUSAS DIRECTAS.
- a).- Actos inseguros de los trabajadores.
- b).- Condiciones inseguras del lugar de trabajo.

3.- EL ACCIDENTE (Sus elementos).
- a).- El agente: el objeto, la máquina o el material que origina el accidente en primer término.
- b).- La parte del agente que entra en contacto con el lesionado o produce el daño.
- c).- Los actos inseguros específicos: violaciones a procedimientos seguros.
- d).- Las condiciones inseguras específicas y las que presente el agente.
- e).- El factor personal de seguridad. Característica mental o física del individuo que permite el acto inseguro.
- f).- El tipo de accidente: colisión, golpe, resbalón, caída, prensado por, expuesto a, contacto con, etc.

4.- LESIÓN Y DAÑO.
El costo de la lesión es aproximadamente la quinta parte del costo del daño. El accidente atrasa la producción.

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

1.- INSPECCIONE LA ZONA DE TRABAJO.
- a).- Clasifique las posibles causas de los accidentes.
- b).- Localice las condiciones inseguras.
- c).- Localice los actos inseguros.
- d).- Conozca los hábitos de trabajo del personal.

2.- ANALICE LA FALTA DE SEGURIDAD.
- a).- Analice el procedimiento actual.
- b).- Localice los riesgos.
- c).- Deduzca el procedimiento seguro.
- d).- Póngalo en práctica.

3.- INVESTIGUE LOS ACCIDENTES.
- a).- Determine las causas.
- b).- Decida las medidas preventivas.
- c).- Obtenga aprobación de superiores.
- d).- Instruya al personal sobre las nuevas disposiciones.

4.- ADIESTRE AL PERSONAL.
- a).- Haga que todos conozcan y respeten las instrucciones de seguridad.
- b).- Haga que usen el equipo de seguridad.
- c).- Notifique al personal de todo cambio de método, equipo y materiales.
- d).- Reconozca méritos en quien respete las disposiciones de seguridad.

5.- MANTENGA ORDEN Y LIMPIEZA.
- a).- Haga revisiones periódicas en su zona de trabajo.
- b).- Prevenga a sus trabajadores sobre la forma, frecuencia y objeto de las inspecciones.
- c).- Dé instrucciones precisas para la conservación del orden y la limpieza.
- d).- Ponga usted el ejemplo (Orden + Limpieza = Seguridad).

EL USO DE MAQUINARIA

1.- PROTEJA TODO LUGAR PELIGROSO.
- a).- Vea que las máquinas tengan resguardos, cubiertas o defensas en troqueles, cuchillas, buriles, etc.
- b).- Use dispositivos mecánicos de alimentación.
- c).- Los mandos de la maquinaria deben estar alejados de los lugares peligrosos.

2.- PROTEJA LAS TRANSMISIONES.
- a).- Estudie la colocación de las transmisiones.
- b).- Use resguardos y cubiertas para proteger engranes, bandas y poleas.
- c).- Prefiera la propulsión con motores individuales.

LA PROTECCIÓN DEBE SER PARTE INTEGRANTE DE LA MÁQUINA
- a).- Trate de eliminar el riesgo.
- b).- De no ser posible, use equipo de protección personal.
- c).- Incluya el uso del equipo protector en su programa general de seguridad.

Indice de frecuencia
Num. de acc. con incapacitación x 1,000,000 horas laboradas.
Indice de gravedad.
Núm. de días perdidos x 1,000 horas hombres laboradas.

CÓMO INVESTIGAR UN ACCIDENTE
- a).- Acuda inmediatamente al lugar del accidente, atienda al lesionado si lo hay.
- b).- Recabe la información necesaria preguntando a testigos presenciales: ¿A quién le sucedió? ¿Qué cosa le sucedió? ¿Dónde ocurrió? ¿Cómo

sucedió?
c).- Averigue por que sucedió y decida los medios preventivos.
d).- Redacte su informe.

MANEJO DE MATERIALES

1.- DETERMINE LOS RIESGOS EN:
a).- Acarreo de materiales.
b).- Carga y descarga.
c).- Almacenamiento y estiba.
d).- Suministro de materiales.

2.- MECANICE LAS OPERACIONES.
a).- Use plataformas motorizadas, elevadores, grúas.
b).- Use transformadores de banda.
c).- Use caídas por gravedad.
d).- Use sistemas entubados.

3.- SELECCIONE Y ADIESTRE AL PERSONAL ENCARGADO.
a).- Prefiera personal robusto y disciplinado.
b).- Adiestre a cada persona sobre todas las fases del manejo de materiales.
c).- Provéalo del equipo de protección personal.
d).- Vigile constantemente los hábitos de trabajo.

4.- CUIDE LA DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES
a).- Almacene estratégicamente los materiales, para lograr recorridos mínimos.
b).- Separe las substancias tóxicas, inflamables o explosivos.
c).- Disponga de pasillos amplios, despejados y bien señalados para el transporte de materiales.
d).- Provea lugares entre las máquinas para el suministro y retiro de materiales.

COMO ANALIZAR LAS OPERACIONES

1.- ANALICE EL MÉTODO EXISTENTE
a).- Anticipe a los interesados el objeto de su cooperación.
b).- Observe el trabajo varias veces para determinar donde va a comenzar y a terminar sus análisis.
c).- Haga una gráfica del método existente indicando cada actividad.
d).- Anote condiciones del local, de los materiales, pesos, distancias, etc.

2.- LOCALICE LOS RIESGOS.
a).- Considere las opiniones de sus trabajadores y demás personas afectadas.
b).- Determine los riesgos en cada actividad, condiciones inseguras y actos inseguros.
c).- Anote los riesgos al lado de cada actividad en su diagrama.
d).- Tenga en cuenta la experiencia de los accidentes anteriores.

3.- DESARROLLE EL MÉTODO MÁS SEGURO

a).- Trate primero de eliminar el riesgo, si no es posible, proteja la máquina o equipo interesado.

b).- De no poder eliminar el riesgo ni proteger la maquinaria, decida el equipo de protección personal para sus trabajadores y las instrucciones que deberán recibir.

c).- Desarrolle gráficamente el nuevo método.

d).- Redáctelo, logre su aceptación.

4.- PÓNGALO EN PRÁCTICA

a).- Vea si tiene el equipo y los materiales necesarios para un método más seguro.

b).- Adiestre a los que deban usarlo, convenza a todos.

c).- Haga los ajustes necesarios para afinar el nuevo método.

d).- Compruebe y mantenga la mayor seguridad.

e).- Siempre puede haber un método más seguro.

EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS

1.- MANTENGA LAS HERRAMIENTAS EN BUEN ESTADO.

a).- Revise las herramientas periódicamente, separando las defectuosas.

b).- Enseñe a su personal a revisarlas antes de usarlas: a su almacenista antes de suministrarlas.

c).- Asigne su conservación a una persona.

2.- EMPLEE LA HERRAMIENTA ADECUADA.

a).- Conozca el uso de cada herramienta.

b).- Sea inflexible en que su persona le dé el uso debido.

c).- En el análisis de seguridad de los trabajos, incluya el de las herramientas apropiadas.

3.- SEPA USAR LA HERRAMIENTA.

a).- Instruya a su personal sobre el uso de herramientas.

b).- En el adiestramiento recalque la seguridad.

c).- Vea que sus operarios logren el mayor automatismo de movimientos posibles.

4.- SEPA LLEVAR LA HERRAMIENTA.

a).- Provea a sus hombres de cinturones y bolsas para las herramientas.

b).- Tenga un lugar para cada cosa en el almacén y en los bancos de trabajo. Cuente las herramientas al terminar las labores.

c).-

Bloqueos de Seguridad

Un bloqueo tiene como propósito poner fuera de servicio o desactivar un equipo para darle mantenimiento, limpiarlo, ajustarlo o armarlo.

Los bloqueos de los equipos se deben de realizar con candados que solo tengan una llave.

A veces se usan dispositivos de bloqueo múltiple para que dos o más empleados puedan bloquear un mismo equipo al mismo tiempo.

La responsabilidad del bloque recae en el responsable del equipo. Solo el empleado que bloquea el equipo puede quitar el bloqueo.

Si termina el turno antes de retirar el bloqueo, el grupo de trabajadores que tengan bloqueo, deberá de reunirse con el grupo del siguiente turno en el punto de bloqueo para que los que entran coloquen sus bloqueos antes de que los que salen los retiren.

El procedimiento de bloqueo es un método para señalar que un equipo esta fuera de servicio. Los cuatro pasos obligatorios del procedimiento de bloqueo son:

1. Bloquee el equipo para impedir su uso.

2. Etiquete el equipo para permitir que los demás empleados sepan por que el equipo esta fuera de servicio.

3. Despeje el área, asegurándose que los demás empleados se encuentren a una distancia segura del equipo cuando usted vaya a probarlo.

4. Pruebe el equipo para verificar que los bloqueos lo han inmovilizado por completo y examine los equipos eléctricos para asegurarse de que están libres de todo voltaje.

PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTES

INDICACIONES GENERALES

1. No se debe tocar nunca una herida con las manos. No se debe lavar ni enjuagar nunca una herida. Cualquier herida que atraviesa la piel debe ser cuidada por un médico.
2. No transportar un herido. Dejarlo tendido en donde se haya caído hasta que venga auxilio facultativo.
3. Cuide de que no se amontonen transeúntes en derredor de un herido, que quede tranquilo.
4. Si el herido puede andar solo, indíquele la dirección de un médico en las cercanías.

5. En caso de accidentes graves, avísese al médico sin tardar. En caso de accidentes de tránsito, avísese a la policía. Si hay peligro de muerte, avísese a un sacerdote.
6. Si hay una Casa de Socorro cerca del lugar del accidente, mándele también aviso.
7. Si el accidente ha ocurrido en la calle, cuide de que sean avisados los autos del tránsito, si es necesario, párese el tránsito, para evitar más accidentes.
8. Si recibe alguien un choque eléctrico, córtese inmediatamente la corriente en el contador, destornillando el corta circuito o desenchufando la palanca. Cuidado con que no le toque a Ud. la corriente.
9. Si se ha prendido fuego a la ropa, envuélvase la víctima con un tapiz o una alfombra y hágasele rodar por el suelo bien envuelta para apagar las llamas. Después empápela con mucha agua.

TRATAMIENTO DE LAS HERIDAS

Cubrir una herida inmediatamente con gasa estéril. No tocar con los dedos la parte de la gasa que ha de cubrir la herida. Si la herida es de alguna importancia, se recomienda vendarla según las instrucciones del paquete de vendajes rápidos. Si no tiene gasa estéril, coloque un trozo de lienzo limpio, por ejemplo, la parte interior de un pañuelo doblado, cúbralo con algodón en rama y sujételo todo con una venda o con tiras de lienzo.

HEMORRAGIAS

1. Hemorragia ligera: colocar vendaje estéril que apriete ligeramente.
2. Sangre oscura que sale de varias aberturas de la herida:
   a) Sujetar los bordes de la herida uno contra otro; b) colocar vendaje estéril bien apretado en la herida; c) colocar el miembro herido en posición elevada; d) soltar las prendas que aprieten como ligas, etc.; e) darle reposo al miembro herido (colocar el brazo en cabestrillo, la pierna sobre un plano indicado).
3. Sangre roja clara que sale a golpes de la herida; sujetar con los dedos la arteria antes de que llegue a la herida y el corazón, apoyando en lo posible sobre un hueso. Cubrir la herida con gasa estéril LLAMAR INMEDIATAMENTE A UN MEDICO o al practicante de la CASA DE SOCORRO, pues ellos son los únicos que pueden tratar esta clase de hemorragias.
4. Hemorragia nasal: sentar al paciente, soltar la ropa en el cuello, pellizcar las alillas de la nariz lo más arriba que se puede entre índice y pulgar, cerrándolas. Permanecer unos 5 a 10 minutos así. Colocar paños muy fríos o en la nariz y en el cogote.

FRACTURAS DE HUESO

El que no tenga diploma de Auxiliador no puede hacer otra cosa que impedir que nadie toque el herido. A lo más se puede sujetar un brazo roto con una toalla. Fracturas de piernas exigen un reposo absoluto de la pierna y la intervención inmediata del médico. Cubrir al paciente con una manta para que no se enfrié.

QUEMADURAS

Enjuagar con mucha agua clara hasta que pase la sensación de quemazón. Cubrir con gasas estériles. Cuando son de grado grave las quemaduras, llamar al médico.

AHOGADOS

Llamar inmediatamente a un médico. Entre tanto sujetar la lengua del ahogado, y sacarla de la boca, limpiar la boca de restos de comida, dentadura postiza, suciedades, etc. Cubrir al paciente y aplicarle bolsas de goma con agua caliente, y restregarle el cuerpo con paños calientes. No se debe hacer más hasta que venga el médico. Sólo un médico o un Auxiliador saben practicar la respiración artificial como se debe.

INSOLACIÓN

Síntomas: dolores de cabeza, mareos, ansias, piel muy roja y muy irritada, sudores intensos, y pérdida del conocimiento. Tratamiento: llevar al paciente a un lugar fresco, soltar la ropa, paños mojados en la cabeza, pasar esponjas mojadas por el cuerpo. Los dolores de cabeza y los mareos se presentan a veces uno o dos días antes. Interrumpir todo trabajo del paciente y llevarle a un lugar fresco y depositarle en una cama, esto puede impedir complicaciones. Avisar al médico.

ENVENENAMIENTOS

Hay venenos no corrosivos, como la morfina, los soporíferos, la benzina, el alcohol, el ácido prúsico, la nicotina, los alimentos podridos y las plantas venenosas. Tratamiento: avisar al médico y entre tanto provocar vómitos haciendo cosquillas en la garganta o dando de beber agua tibia con mostaza o sal común. Después se puede darle carbón vegetal al paciente.

VENENOS CORROSIVOS

Acido sulfúrico, espíritu de sal, carbol, amoniaco, lisol, etc. Tratamiento: lo mismo que al anterior, pero no se debe tratar de provocar vómitos, sino dentro de media hora de haber sido ingerido el veneno. Si el paciente ha perdido el conocimiento, ya no sirve de nada tratar de hacerlo vomitar.

DESVANECIMIENTO

Tender al paciente, la cabeza baja, las piernas alzadas, soltar las prendas apretadas, la cabeza vuelta de lado. Mandar por el médico. Al paciente no se le debe dar de beber, sino cuando pueda el mismo sostener el vaso.

Obstrucción de las Vías Respiratorias (atragantamiento)

	OBJETIVOS	EJECUCIÓN
	La víctima puede estar manifestando la “Señal Universal” de atragantamiento, agarrándose el cuello con las manos. El rescatador preguntará: ¿Se está usted ahogando?	El rescatador debe identificar la obstrucción completa de la vía respiratoria, comprobando si la víctima puede hablar, toser o respirar.
	Ejecute la maniobra de Heimlich (compresiones abdominales subdiafragmáticas), hasta que el cuerpo extraño sea expulsado o la víctima pierda el conocimiento.	Compresiones abdominales subdiafragmáticas (maniobra de Heimlich): párese detrás de la víctima y ponga sus brazos alrededor de la cintura de ésta. Haga un puño con el pulgar en dirección a la parte media del abdómen por arriba del ombligo y debajo de la punta del esternón, agarrando el puño con la otra mano, presione hacia adentro y hacia arriba. Cada compresión deberá ser ejecutada con la intención de expulsar el cuerpo extraño.
	COMPRESIONES AL PECHO Para las víctimas con un embarazo avanzado o que sean muy obesas.	Compresiones al pecho: Párese detrás de la víctima, colocando sus brazos extendidos debajo de las axilas, flexione sus codos y con una mano agarre el puño de la otra. Comprima la parte media del esternón, con compresiones rápidas hacia atrás.

Resucitación Cardiopulmonar

	OBJETIVOS	EJECUCIÓN
	Evaluación: Determine el estado de conciencia.	Sacúdala o dele golpes suaves en el hombro. Grite: ¿Está usted bien?. Pida ayuda.
	Active el Sistema de Servicios Médicos de Urgencia.	Conozca el número de teléfono del SMU o la unidad de rescate más cercana. Envíe a un segundo rescatador a que haga la llamada.
	Posicione a la víctima boca arriba (4 a 10 seg.).	Volteé a la víctima de espaldas como una sola unidad. Mantenga el control de la cabeza y del cuello.
	Abra la vía respiratoria (inclinación de la cabeza por levantamiento de la barbilla).	Arródillese a nivel del hombro de la víctima; levante hacia arriba suavemente la barbilla con una mano, mientras con la otra empuje la frente hacia abajo, inclinando así la cabeza. Evite cerrar por completo la boca.

Resucitación Cardiopulmonar

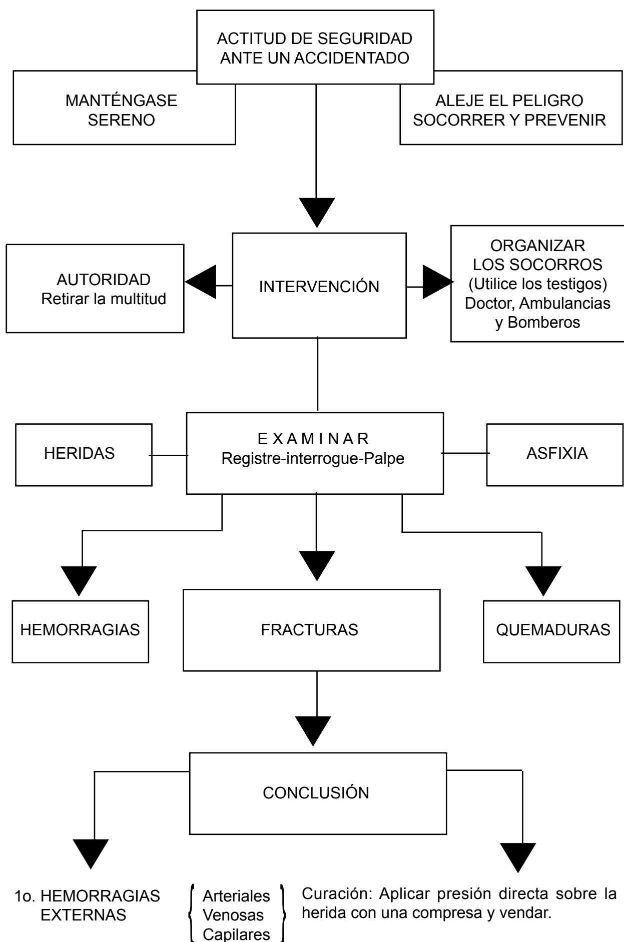
	OBJETIVOS	EJECUCIÓN
	Evaluación: Determine la falta de respiración (5 seg.).	VEA los movimientos del pecho. ESCUCHE si existe respiración. SIENTA en su mejilla la respiración por 5 segundos.
	Dé dos respiraciones lentas y suaves de 1,5 a 2 seg. cada una.	Apriete las fosas nasales con los dedos pulgar e índice de la mano que esta sobre la frente de la víctima mientras mantiene al mismo tiempo presión sobre ella y la cabeza inclinada. Abra bien su boca, inhale profundamente y haga un sello hermético con la boca de la víctima. Insufle dos veces, separando los labios y llenando completamente de aire sus pulmones entre cada respiración. Observe que se eleve el pecho de la víctima. Las insuflaciones de rescate deben darse a razón de 1,5 a 2 seg. de duración cada una, observando que salga el aire entre una y otra. (Si no puede dar las insuflaciones a la víctima, comience la secuencia del caso de una víctima con obstrucción de las vías respiratorias).

Resucitación Cardiopulmonar

	OBJETIVOS	EJECUCIÓN
	Revisar la circulación.	Coloque 2 ó 3 dedos sobre la "manzana de Adán" (laringe). Deslice los dedos hacia el canal entre la "manzana de Adán" y los músculos laterales del cuello del mismo lado del rescatador. La otra mano mantiene la cabeza inclinada. Sienta el pulso y la respiración por 10 seg.
	Comience el primer ciclo de compresiones cardíacas externas al pecho y respiración artificial.	Para iniciar el primer ciclo: Acérquese al pecho de la víctima, siguiendo las costillas hacia el centro del pecho, localice la punta inferior del esternón con el dedo medio, con el dedo índice sobre el apéndice xifoides coloque la base de la mano que está en dirección a la cabeza sobre el esternón cerca de, pero no cubriendo el dedo índice. Ponga la segunda mano sobre la primera. Su posición es importante. Mantenga los codos rígidos y rectos; los hombros directamente sobre las manos de manera que cada compresión sea recta hacia abajo. Entre una compresión y otra la presión debe cesar, dejando que el pecho regrese a su posición normal, pero las manos no deben ser separadas del pecho.

Resucitación Cardiopulmonar

	OBJETIVOS	EJECUCIÓN
	15 compresiones (9 a 11 seg.) y 2 respiraciones (de 1,5 a 2 seg. cada una).	El conteo nemotécnico deberá hacerse a una velocidad y proporción adecuadas (cuente uno y dos y tres y cuatro, y...). Presione suave y uniformemente sin poner los dedos sobre las costillas de la víctima. El rescatador debe aplicar suficiente fuerza para deprimir el esternón de 1,5. a 2 pulgadas (3,8 a 5 cms.), a un ritmo de 80 a 100 compresiones por minuto. Después de cada 15 compresiones dé 2 respiraciones.
	Reevaluación: Al final de 4 ciclos de 15 compresiones y dos respiraciones, revise si ha vuelto el pulso a la víctima (5 seg.).	Revise el pulso. Si no existe pulso continúe la RCP. Si hay pulso verifique la respiración, si no respira inicie rescate respiratorio, una respiración cada 5 segundos.



1o. HEMORRAGIAS EXTERNAS { Arteriales, Venosas, Capilares } Curación: Aplicar presión directa sobre la herida con una compresa y vendar.

NOTA: Último recurso aplicar torniquete entre la herida y el corazón.

2o. ASFIXIA. Aplicar respiración artificial de boca a boca.
3o. PARO CARDÍACO. Aplicar masaje cardíaco a pecho cerrado (externo).
4o. QUEMADURAS. Aplicar lienzos de agua fría.
5o. FRACTURAS. Inmovilizar las partes fracturadas.
6o. SÍNTOMAS DE SHOCK. Piel pálida, pulso rápido y sudoroso.
7o. EVITAR AGRAVACIÓN DEL SHOCK. Reposo, mantener temperatura del cuerpo, cubriéndolo; mantener los pies más altos que la cabeza, darle ánimos.

Apéndice



www.viakon.com

Alfabeto griego

Αα	Ββ	Γγ	Δδ	Εε	Ζζ	Ηη	Θθ
alfa	beta	gamma	delta	epsilon	zeta	eta	theta
Ιι	Κκ	Λλ	Μμ	Νν	Ξξ	Οο	Ππ
iota	kappa	lamda	mu	ny	xi	omicron	pi
Ρρ	Σσ	Ττ	Υυ	Φφ	Χχ	Ψψ	Ωω
rho	sigma	tau	ypsilon	phi	ji	psi	omega

Cifras romanas

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XX	XXX
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	20	30

XL	L	LX	LXX	LXXX	XC	C	D	M
40	50	60	70	80	90	100	500	1000

MDCCCXLIX	MCMLIX
1849	1959

Múltiplos y submúltiplos de unidades

T	Tera	=	10^{12}	=	1 000 000 000 000
G	Giga	=	10^{9}	=	1 000 000 000
M	Mega	=	10^{6}	=	1 000 000
ma	Miria	=	10^{4}	=	10 000
k	Kilo	=	10^{3}	=	1 000
h	Hecto	=	10^{2}	=	100
da	Deca	=	10^{1}	=	10
d	deci	=	10^{-1}	=	0,1
c	centi	=	10^{-2}	=	0,01
m	mili	=	10^{-3}	=	0,001
u	micro	=	10^{-6}	=	0,000 001
n	nano	=	10^{-9}	=	0,000 000 001
p	pico	=	10^{-12}	=	0,000 000 000 001

P. e. 1 Gigavatio = 1000 millones Watt = 1 millón kW

TABLAS DE EQUIVALENCIAS

Multiplique	Por	Para obtener
A		
Acres	4046,87	metros cuad.
Atmósferas	76	cm de mercurio a 0°C
Atmósferas	33,927 9	Pies de agua a 62° F
Atmósferas	103 33	Kg por m. cuad.
Atmósferas	14,7	lb por pulg. cuad.
Atmósferas	1,033 3	Kg por cm. cuad.
B		
British Termal Unitis	0,252	Calorías
BTU	778,16	Pies-lbs
BTU	107,58	Kg-m
BTU por min	0,023 5	Hp
BTU por min	0,017 57	KiloWatt
BTU por hr.	$\frac{1}{1\ 200}$	Tons. Refrigeración
C		
Calorías	$3{,}968 \times 10^{-3}$	BTU
Calorías	426,8	Kg-m.
Calorías	3 087,77	Pies-lb
Calorías por min	0,093 5	Hp
Calorías por min	0,069 7	KiloWatt
Centímetros	0,393 7	Pulgadas
Centímetros cuad.	0,155 0	Pulgadas cuad.
Centímetros cub.	0,061 02	Pulgadas cub
Caballos (caldera)	334 72	BTU por hr.
Caballos (caldera)	9,804	KiloWatt
Circular Mils	0,000 51	milímetros cuad.
G		
Galones	3,785	Litros
Galones por min.	0,063	Litros por seg.
Gramos	0,035 2	Onzas
Gramos	0,032 2	Onzas (troy)
Gramos por cm. cub.	62,43	lb por pie cub.
Gramos por cm. cub.	0,036	lb por pulgada cub.
H		
Hectárea	2,471 1	Acres
Hp	33 000	Pies-lb por min.
Hp	550	Pies-lb por seg.
Hp	76,04	Kg-m por seg.
Hp	0,745 7	KiloWatt
Hp	1,013 3	C.V.

TABLAS DE EQUIVALENCIAS

Multiplique	Por	Para obtener
Hp - hora	254 4	BTU
Hp - hora	641,24	Calorías
Hp - hora	273 729,9	Kg-m
Hp - hora	198 000 0	Lb-pie
K		
Kilogramos	2,204 6	Libras
Kg. - m	0,002 342	Calorías
Kg. - m	0,009 236	BTU
Kg. - m	7,233	Pies-lb.
Kg. por m	0,672	Libras por pie
Kg. por m cuad.	0,204 8	lb por pie cuad.
Kg. por m cub.	0,062 4	lb por pie cub.
Kg. por m cuad.	14,22	lb por pulg. cuad.
Kg. por m cuad.	10	m columna de agua
Kg. por m cuad.	32,81	Pies columna de agua
Kg. por m cuad.	735,5	Milímetros de Hg.
Kg. por m cub.	36,13	lb por pulg. cub.
Kilómetros	328 1	Pies
Kilómetros	0,621 37	Millas
Kg. por m cuad.	0,386 1	Millas cuad.
Kg. por m cuad.	247,1	Acres
KiloWatt	56,896	BTU por min.
KiloWatt	14,33	Cal. por min.
KiloWatt	1,341	Hp
KiloWatt-hr.	859,8	Calorías
KiloWatt-hr.	341 3	BTU
L		
Libras	453,6	gramos
Libras por pulg.	178,6	gramos por cm.
Libras por pie	1,488	Kg. por m.
Libras por pulg. cuad. ...	0,070 3	Kg. por cm. cuad.
Libras por pulg. cuad. ...	0,703	m. columna de agua
Libras por pulg. cuad. ...	2,307	Pies columna de agua
Libras por pulg. cuad. ...	51,7	milímetros de Hg.
Libras por pie cuad. ...	4,882	Kg. por m. cuad.
Libras por pulg. cub.	27,68	Kg. por dm. cub.
Libras por pie cub.	16,02	Kg. por m. cub.
Litros	0,035 31	Pies cúbicos
Litros	61,02	Plgs. cúbicas
Litros	0,264 2	Galones

TABLA DE EQUIVALENCIAS

Multiplique	Por	Para obtener
M		
Maxwells	10^{-8}	webers
Megapascal	0,101 972	Kg-fuerza/mm^2
metros	3,281	Pies
metros	39,37	Pulgadas
metros	1,094	Yardas
N		
Newtons	9,81	Kilogramos
Newtons	0,101 972	Kg-fuerza
Newtons	0,224 809	Libras
O		
Onzas	28,35	gramos
P		
Pies	30,48	centímetros
Pies cúbicos	28,32	Litros
Pulgadas	2,54	centímetros
R		
Radián	57,296	grados (ángulo)
Radián por segundo	0,159 2	Revoluciones por seg.
T		
Toneladas métricas	2204.62	Libras
Temp (°C) + 273	1	grados kelvin
Temp (°C) + 17,8	1,8	grados Farenheit
Temp (°F) - 32	0,555	grados celsius
V		
Volt por pulgada	0,393 70	Volt por cm
W		
Watt	$1,341 \times 10^{-3}$	Hp.
Watt - hr.	367,2	Kg-metro
Y		
Yarda	91,44	centímetro
Yarda	36	pulgadas
Yarda	3	pie
Yarda	$568,182 \times 10^{-6}$	Milla

EQUIVALENCIAS DECIMALES Y MÉTRICAS DE FRACCIONES COMUNES DE PULGADA

Fracciones de pulgada	Decimales de pulgada	Milímetros	Fracciones de pulgada	Decimales de pulgada	Milímetros
1/64	0,015 62	0,397	33/64	0,515 62	13,097
1/32	0,312 50	0,794	17/32	0,531 25	13,494
3/64	0,046 87	2,191	35/64	0,546 87	13,890
1/16	0,062 50	1,588	9/16	0,562 50	14,288
5/64	0,078 12	1,984	37/64	0,578 12	14,684
3/32	0,093 75	2,381	19/32	0,593 75	15,081
7/64	0,109 37	2,778	39/64	0,609 37	15,478
1/8	0,125 00	3,175	5/8	0,625 00	15,875
9/64	0,140 62	3,572	40/64	0,640 62	16,272
5/32	0,156 25	3,969	21/32	0,656 25	16,669
11/64	0,171 87	4,366	43/64	0,671 87	17,066
3/16	0,187 50	4,763	11/16	0,687 50	17,463
13/64	0,203 12	5,159	45/64	0,703 12	17,859
7/32	0,218 75	5,556	23/32	0,718 75	18,256
15/64	0,234 37	5,953	47/64	0,734 37	18,653
1/4	0,250 00	6,350	3/4	0,750 00	19,050
17/64	0,265 62	6,747	49/64	0,765 20	19,447
9/32	0,281 25	7,144	25/32	0,781 25	19,844
19/64	0,296 87	7,541	51/64	0,796 87	20,241
5/16	0,312 50	7,938	13/16	0,812 50	20,638
21/64	0,328 12	8,334	53/64	0,828 12	21,034
11/32	0,343 75	8,731	27/32	0,843 75	21,431
23/64	0,359 37	9,128	55/64	0,859 37	21,828
3/8	0,375 00	9,525	7/8	0,875 00	22,225
25/64	0,390 62	9,922	57/64	0,890 62	22,622
13/32	0,406 25	10,319	29/32	0,906 25	23,019
27/64	0,421 87	10,716	59/64	0,921 87	23,416
7/16	0,437 50	11,113	15/16	0,937 50	23,813
29/64	0,453 12	11,509	61/64	0,953 12	24,209
15/32	0,468 75	11,906	31/32	0,968 75	24,606
31/64	0,484 37	12,303	63/64	0,984 37	25,003
1/2	0,500 00	12,700		1,000 00	25,400

TABLA DE EQUIVALENCIAS

LIBRAS KILOS

Lbs.	Kilos	Lbs.	Kilos	Lbs.	Kilos	Lbs.	Kilos
1	,4536	26	11,7936	51	23,1336	76	34,4736
2	,9072	27	12,2472	52	23,5872	77	34,9272
3	1,3608	28	12,7008	53	24,0408	78	35,3808
4	1,8144	29	13,1544	54	24,4944	79	35,8344
5	2,2680	30	13,6080	55	24,9480	80	36,2880
6	2,7216	31	14,0616	56	25,4016	81	36,7416
7	3,1752	32	14,5152	57	25,8552	82	37,1952
8	3,6288	33	14,9688	58	26,3088	83	37,6488
9	4,0824	34	15,4221	59	26,7624	84	38,1024
10	4,5360	35	15,8760	60	27,2158	85	38,5560
11	4,9896	36	16,3296	61	27,6696	86	39,0096
12	5,4432	37	16,7832	62	28,1232	87	39,4632
13	5,8968	38	17,2368	63	28,5768	88	39,9168
14	6,3504	39	17,6904	64	29,0304	89	40,3704
15	6,8040	40	18,1439	65	29,4840	90	40,8240
16	7,2576	41	18,5976	66	29,9376	91	41,2776
17	7,7112	42	19,0512	67	30,3912	92	41,7312
18	8,1248	43	19,5048	68	30,8448	93	42,1848
19	8,6181	44	19,9584	69	31,2984	94	42,6384
20	9,0719	45	20,4120	70	31,7520	95	42,0920
21	9,5256	46	20,8656	71	32,2056	96	43,5456
22	9,9792	47	21,3192	72	32,6592	97	43,9992
23	10,4328	48	21,7728	73	33,1128	98	44,4528
24	10,8864	49	22,2264	74	33,5664	99	44,9064
25	11,3400	50	22,6800	75	34,0220	100	45,3600

ONZAS GRAMOS

Onz.	Grms.	Onz.	Grms.	Onz.	Grms.	Onz.	Grms.
1	28,35	5	141,75	9	255,15	13	368,55
2	56,70	6	170,10	10	283,50	14	396,90
3	85,05	7	198,45	11	311,85	15	425,25
4	113,40	8	226,80	12	340,20	16	453,60

1 onza Avoirdupois = 437,5 granos = 28,49527 gramos.
1 onza Troy = 480 granos = 31,103481 gramos.
1 grano = ,0648 gramo (métrico).

(El grano es lo mismo en Avoirdupois, Troy o Apothecaries).

TABLA PARA CONVERSIÓN DE TEMPERATURAS

Entrando en la columna central (referencias) con la temperatura conocida (°F o °C) léase la que se desee obtener, en la correspondiente columna lateral. Ejemplo: 26 °C (columna central) son equivalentes a 78,8 °F ó bien 26 °F (columna central) son equivalentes a -3,3 °C

°C	Referencias	°F	°C	Referencias	°F	°C	Referencias	°F
-23,3	10	14,0	20,0	68	154,4	249	480	806
-20,6	5	23,0	21,1	70	158,0	260	500	932
-17,8	0	32,0	22,2	72	161,6	271	520	968
-16,7	2	35,6	23,3	74	165,2	282	540	100 4
-15,6	4	39,2	24,4	76	168,8	293	560	104 0
-14,4	6	42,8	25,6	78	172,4	304	580	107 6
-13,3	8	46,4	26,7	80	176,0	315	600	111 2
-12,2	10	50,0	27,8	82	179,6	326	620	114 8
-11,1	12	53,6	28,9	84	183,2	338	640	118 4
-10,0	14	57,2	30,0	86	186,2	349	660	122 0
-8,9	16	60,8	31,1	88	190,4	360	680	125 6
-7,8	18	64,4	32,2	90	194,0	371	700	129 2
-6,7	20	68,0	33,3	92	197,6	382	720	132 8
-5,6	22	71,6	34,4	94	201,2	393	740	136 4
-4,4	24	75,2	35,6	96	204,8	404	760	140 0
-3,3	26	78,8	36,7	98	208,4	415	780	143 6
-2,2	28	82,4	37,8	100	212,0	426	800	147 2
-1,1	30	86,0	49	120	248	438	820	150 8
0,0	32	89,6	60	140	284	449	840	154 4
1,1	34	93,2	71	160	320	460	860	158 0
2,2	36	96,8	83	180	356	471	880	161 6
3,3	38	100,4	93	200	392	482	900	165 2
4,4	40	104,0	100	212	413	493	920	168 8
5,6	42	107,6	104	220	428	504	940	172 4
6,7	44	111,2	115	240	464	515	960	176 0
7,8	46	114,8	127	260	500	526	980	179 6
8,9	48	118,4	138	280	536	538	100 0	183 2
10,0	50	122,0	149	300	572	565	105 0	192 2
11,1	52	125,6	160	320	608	593	110 0	201 2
12,2	54	129,2	171	340	644	620	115 0	210 2
13,3	56	132,8	182	360	680	648	120 0	219 2
14,4	58	136,4	193	380	716	677	125 0	228 2
15,6	60	140,0	204	400	752	704	130 0	237 2
16,7	62	143,6	215	420	788	734	135 0	246 2
17,8	64	147,2	226	440	824	760	140 0	255 2
18,9	66	150,8	238	460	860	787	145 0	264 2
						815	150 0	273 2

TABLA PARA CONVERSIÓN DE PRESIONES

kg/ cm² a lb / pulg²				lb / pulg² a kg/ cm²			
kg / cm²	lb/pulg²	kg / cm²	lb/pulg²	lb/pulg²	kg / cm²	lb/pulg²	kg / cm²
0,5	7,11	10,5	149,31	10	0,703	155	10,898
1,0	14,22	11,0	156,42	20	1,410	160	11,250
1,5	21,33	11,5	163,53	30	2,110	165	11,601
2,0	28,44	12,0	170,64	40	2,810	170	11,953
2,5	35,55	12,5	177,75	50	3,510	175	12,304
3,0	42,66	13,0	184,86	60	4,220	180	12,656
3,5	49,77	13,5	191,97	70	4,920	185	13,007
4,0	56,88	14,0	199,08	80	5,620	190	13,359
4,5	63,99	14,5	206,19	90	6,330	195	13,710
5,0	71,10	15,0	213,30	100	7,031	200	14,062
5,5	78,21	15,5	220,41	105	7,383	210	14,765
6,0	85,32	16,0	227,52	110	7,734	220	15,468
6,5	92,43	16,5	234,63	115	8,086	230	16,171
7,0	99,54	17,0	241,74	120	8,437	240	16,871
7,5	106,65	17,5	248,85	125	8,789	250	17,578
8,0	113,76	18,0	255,96	130	9,140	260	18,281
8,5	120,87	18,5	263,07	135	9,492	270	18,984
9,0	127,98	19,0	270,18	140	9,843	280	19,687
9,5	135,09	19,5	277,29	145	10,195	290	20,390
10,0	142,20	20,0	284,40	150	10,547	300	21,093

CIUDADES DE LA REPÚBLICA
ALTITUDES SOBRE EL NIVEL DEL MAR

Ácambaro, Gto.	184 9 m
Acapulco, Gro.	3
Actopán, Hgo.	199 0
Adrián, Chih.	183 5
Agua Buena, Mich.	222 7
Aguas Calientes, Ags.	188 4
Ajuno, Mich.	222 3
Aldamas, N.L.	100
Allende, Coah.	375
Ameca, Jal.	124 8
Amecameca, Méx.	247 0
Apulco, Hgo.	218 0
Aserraderos, Dgo.	253 8
Atencingo, Pue.	109 8
Atenquique, Jal.	103 0
Atlixco, Pue.	183 0
Atotonilco, Jal.	157 3
Balsas, Gro.	430
Barroterán, Coah.	425
Beristáin, Hgo.	218 5
Bermejillo, Dgo.	112 5
Calles, Tamps.	159
Campeche, Camp.	27
Cananea, Son.	170 0
Cardel, Ver.	28
Cárdenas, S.L.P.	120 2
Cameros, Coah.	209 3
Celaya, Gto.	175 5
Cima, D.F.	301 2
Ciudad Guzmán, Jal.	150 7
Ciudad Juárez, Chih.	113 3
Ciudad Las Casas, Chis.	212 8
Ciudad Lerdo, Dgo.	114 0
Ciudad Valles, S.L.P.	85
Ciudad Victoria, Tamps.	333
Coatzacoalcos, Ver.	8
Colima, Col.	458,3
Comanjilla, Gro.	185 0
Comitán, Chis.	163 5
Córdoba, Ver.	871
Cozumel, Q.R.	3
Cuatro Ciénegas, Coah.	731
Cuautla, Mor.	130 2
Cuatlixto, Mor.	134 5
Cuernavaca, Mor.	153 7
Culiacán, Sin.	40
Chapala, Jal.	150 0
Chapultepec, Méx.,D.F.	224 0
Chicalote, Ags.	189 0
Chihuahua, Chih.	142 3
Chilpancingo, Gro.	119 3
Dolores Hidalgo, Gto.	189 0
Doña Cecilia, Tamps.	2
Durango, Dgo.	189 2
El Mante, Tamps.	78
Emp. Aguilera, Chih.	182 8 m
Emp. Escobedo, Gto.	178 2
Emp. Los Arcos, Pue.	213 4
Emp. Matamoros, N.L.	528
Encatada, Coah.	185 0
Ensenada, B.C.	3
Esperanza, Pue.	245 7
Felipe Pescador, Zac.	200 6
Fortín de las flores, Ver.	900
Fresnillo, Zac.	221 5
Frío, Zac.	230 5
Gómez Palacio, Dgo.	113 5
Gregorio García, Dgo.	111 8
Guadalajara, Jal.	154 0
Guanajuato, Gto.	200 7
Guaymas, Son.	4
Guerrero, S.L.P.	157
Hermosillo, Son.	206
Hipólito, Coah.	123 2
Honey, Hgo.	200 1
Iguala, Gro.	603
Irapuato, Gto.	1721,5
Irolo, Hgo.	245 7
Isla María Madre, Nay.	4
Ixtapan de la Sal, Méx.	160 0
Jalapa, Ver.	139 4
Jiménez, Chih.	138 1
Jaral de Progreso, Gto.	172 2
La Griega, Gro.	188 6
Laguna, Oax.	256
La Paz, B.C.	10
Las Palmas, S.L.P.	54
Las Vigas, Ver.	242 1
La Vega, Jal.	124 9
Lechería, Méx.	225 2
León, Gto.	180 9
Linares, N.L.	347
Los Reyes, Mich.	136 5
Los Reyes, Méx.	224 2
Manzanillo, Col.	2
Maravatío, Mich.	201 2
Mariscala, Gto.	178 8
Matamoros, Tamps.	12
Matehuala, S.L.P.	158
Matías Romero, Oax.	200
Mazatlán, Sin.	78
Meoquí, Chih.	115 2
Mérida, Yuc.	8
México, D.F.	228 0
Moctezuma, Chih.	138 2
Méx., D.F. (Buenavista)	223 9
Monclova, Coah.	586.7
Montemorelos, N.L.	409
Monterrey, N.L.	538
Morelia, Mich.	188 7
Múzquiz, Coah.	468

CIUDADES DE LA REPÚBLICA
ALTITUDES SOBRE EL NIVEL DEL MAR

Nautla, Ver.	3 m	Sn. Pedro, Coah.	109 4 m
Nuevo Laredo, Tamps.	128,4	Sta. Bárbara, Chih.	192 7
Oaxaca, Oax.	154 6	Sta. Lucrecia, (hoy J. Carranza, Ver.)	25
Ocotlán, Oax.	151 0	Silao, Gto.	1776,5
Ocotlán, Jal.	152 7	Sombrerete, Zac.	236 2
Orendáin, Jal.	142 9	Suchiale, Chis.	22
Oriental, Pue.	234 5	Tacubaya, D.F.	230 9
Ozuluama, Ver.	43	Tamasopo, S.L.P.	351
Orizaba, Ver.	110 0	Tamazunchale, S.L.P.	150
Pachuca, Hgo.	238 6	Tampico, Tamps.	2,8
Paredón, Coah.	771	Tapachula, Chis.	150
Parián, Oax.	149 2	Tariche, Oax.	164 8
Parral, Chih.	1738,4	Taxco, Gro.	175 0
Parras, Coah.	150 4	Tecolutla, Ver.	3
Pátzcuaro, Mich.	204 3	Tehuacán, Pue.	1648,6
Pedriceña, Dgo.	130 8	Tehuantepec, Oax.	150
Pénjamo, Gto.	170 2	Téllez, Hgo.	233 1
Piedras Negras, Coah.	220,2	Teocalco, Hgo.	207 2
Potrero, S.L.P.	234 5	Teotihuacan, Méx.	227 0
Pozos, Gto.	218 8	Tepa, Hgo.	240 9
Presa de Guadalupe, Coah.	111 8	Tepehuanes, Dgo.	178 7
Progreso, Yuc.	14	Tepic, Nay.	919
Puebla, Pue.	215 1	Tepuxtepec, Mich.	235 8
Puente de Ixtla, Mor.	896	Texcoco, Méx.	225 3
Punta Campos, Col.	97	Tezuitlán, Pue.	200 4
Purísima, Hgo.	248 9	Tierra Blanca, Ver.	60
Querétaro, Qro.	181 3	Tingüindin, Mich.	161 4
Ramos Arizpe, Coah.	139 2	Tlacolula, Oax.	161 6
Resta, Coah.	941	Tlacotalpan, Ver.	38
Río Laja, Gto.	190 2	Tlacotepec, Pue.	200 0
Río Verde, S.L.P.	967	Tlalmalilo, Dgo.	111 3
Rodríguez Clara, Ver.	135	Tlancualpican, Pue.	944
Rosarío, Coah.	115 4	Tlaxcala, Tlax.	225 2
Rosarío, Dgo.	179 0	Toluca, Méx.	264 0
Rosita, Coah.	369	Tomellín, Oax.	615
Sabinas, Coah.	340	Tonalá, Chis.	40
Salamanca, Gto.	172 1	Tres Valles, Ver.	47
Salinas Cruz, Oax.	56	Torreón, Coah.	114 0
Salinas, S.L.P.	207 6	Trópico de Cancer, S.L.P	186 0
Saltillo, Coah.	158 8	Tula, Hgo.	205 0
Sn. Agustín, Hgo.	235 9	Tulancingo, Hgo.	218 1
Sn. Andrés Tuxtla, Ver.	291 2	Tuxpan, Ver.	4
Sn. Bartolo, S.L.P.	102 9	Tuxtla Gutiérrez, Chis.	145
Sn. Carlos Coah.	325	Uruapan, Mich.	161 0
Sn. Cristóbal, Ver.	3	Valladolid, Yuc.	22
Sn. Felipe, Gto.	206 0	Vanegas, S.L.P.	173 4
Sn. Gil, Ags.	201 3	Venta de Carpio, Méx.	224 0
Sn. Isidro, S.L.P.	173 4	Ventoquipa, Hgo.	222 0
Sn. José Purrua, Mich.	180 0	Veracruz, Ver.	2,5
Sn. Lorenzo, Hgo.	249 5	Villaldama, N.L.	419
Sn. Luis Potosí, S.L.P.	186 1	Villar, S.L.P.	159 2
Sn. Marcos, Jal.	136 3	Villa Juárez, Tamps.	80
Sn. Martín, Pue.	225 7	Yurécuaro, Mich.	154 0
Sn. Miguel Allende, Gto.	184 5	Zacatecas, Zac.	224 2
Sn. Miguel Regla, Hgo.	230 0		

RED DE DISTRIBUCIÓN Y SERVICIO

PLANTA MONTERREY
e-mail: planta@viakon.com

VENTAS A GOBIERNO
e-mail: gobierno@viakon.com

VENTAS A MAQUILADORAS Y FABRICANTES DE EQUIPO ORIGINAL
e-mail: maquiladoras@viakon.com

AGUASCALIENTES
e-mail: aguascalientes@viakon.com

CD. DE MÉXICO
e-mail: mexico@viakon.com

CD. JUÁREZ
e-mail: cdjuarez@viakon.com

CHIHUAHUA
e-mail: chihuahua@viakon.com

CULIACÁN
e-mail: culiacan@viakon.com

GUADALAJARA
e-mail: guadalajara@viakon.com

HERMOSILLO
e-mail: hermosillo@viakon.com

LA PAZ
e-mail: lapaz@viakon.com

LEÓN
e-mail: leon@viakon.com

MÉRIDA
e-mail: merida@viakon.com

MEXICALI
e-mail: mexicali@viakon.com

MONTERREY
e-mail: monterrey@viakon.com

MORELIA
e-mail: morelia@viakon.com

OAXACA
e-mail: oaxaca@viakon.com

PUEBLA
e-mail: puebla@viakon.com

QUERÉTARO
e-mail: queretaro@viakon.com

REYNOSA
e-mail: reynosa@viakon.com

SAN LUIS POTOSÍ
e-mail: sanluispotosi@viakon.com

TAMPICO
e-mail: tampico@viakon.com

TIJUANA
e-mail: tijuana@viakon.com

TORREÓN
e-mail: torreon@viakon.com

TUXTLA GUTIÉRREZ
e-mail: tuxtla@viakon.com

VERACRUZ
e-mail: veracruz@viakon.com

VILLAHERMOSA
e-mail: villahermosa@viakon.com



www.viakon.com

PLANTA MONTERREY
Av. Conductores No. 505 Col. Constituyentes de Querétaro, Sector 3
San Nicolás de los Garza, N.L. C.P. 66490
Tels: (01-81) 8030-8000 y 8030 8030 Fax: (01-81) 8377-2669
e-mail: planta@viakon.com

Impreso por Monteleone, S.A. de C.V. Francisco Garza Sada No. 515 Pte., Col. Chepevera, Monterrey, N.L. 64030 Tel/Fax +52 (81) 8345-2716.











V13SEP13